

# **MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO, LUMÍNICO Y VISUAL DE LOS MULTIFAMILIARES DEL IESS DE LA CIUDAD DE CUENCA**

**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**AUTORES:**  
Erika Katherine Brito Puni  
David Esteban Molina Calle

**DIRECTOR:**  
Arq. Jeimis Leonardo Ramos Monori MPA.

Tesis previa a la obtención del título de arquitecto

Cuenca, abril de 2015



## RESUMEN

La presente tesis de grado se ha planteado en base a la inquietud actual que genera el problema energético mundial y el consumo excesivo en las diferentes edificaciones. A partir de esta premisa, actualmente existe la imperiosa necesidad de crear edificaciones bioclimáticas que permitan evitar el uso desmesurado de energía y de recursos. Por una parte, tenemos el diseño de nuevas edificaciones o viviendas bioclimáticas, y por otra, están los edificios existentes que no ha sido concebidos con las normativas de diseño bioclimático, y en los cuales nos enfocamos.

El Complejo de Multifamiliar del IESS de la Ciudad de Cuenca, es un edificio moderno de los años 70, ubicado en el sector de El Ejido y considerado el primer multifamiliar de la ciudad, y es el complejo seleccionado para nuestro análisis de confort térmico, lumínico y visual.

Realizamos un estudio arquitectónico que comprende, análisis espacial, complementado con el análisis térmico, lumínico y visual a través del registro directo de datos climáticos y la simulación en programas digitales, además de un estudio del microcli-

ma en el que se encuentra el complejo. Los resultados obtenidos permitieron identificar los problemas de confort que presenta el edificio, así como los problemas espaciales en cuanto a las normas de arquitectura (*Anexo 11*) de la Reforma, Actualización, Complementación y Codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca.

Definida la problemática se ha planteado estrategias y el anteproyecto para mejorar las condiciones de confort térmico, lumínico y visual del complejo, revisando la historia y diferentes conceptos que intervienen en este tipo de análisis, entre los documentos analizados podemos citar los referentes a la arquitectura moderna mundial, latinoamericana y la de nuestra ciudad, así como los principales conceptos de la Arquitectura Bioclimática, dentro de la cual nos encontramos con el confort; conceptos y términos que nos han permitido establecer el nivel de confortabilidad de nuestro edificio analizado. Además, identificamos los diferentes elementos y parámetros climáticos de nuestra ciudad. De la misma manera analizamos dos proyectos mundiales de intervención bioclimática y arquitectónica que nos sirvieron como referente en nuestro proceso de diseño, así como los diferentes materiales

y tecnologías constructivas existentes en nuestro medio que podrían ser aplicadas.

Finalmente, la propuesta de solución, nos permite demostrar que es totalmente factible intervenir e introducir estrategias bioclimáticas en edificios existentes y que no es necesario un diseño bioclimático original, o un derrocamiento para la concepción de nuevas edificaciones con estas características.

## PALABRAS CLAVE

Modernidad, multifamiliar, arquitectura bioclimática, confort, estrategias.

## **ABSTRACT**

This thesis has been raised based on the current concerns as global energy problem and excessive consumption in individual buildings. From this premise, there is now an urgent need for bioclimatic buildings that avoid the excessive use of energy and resources. On the one hand, we have the design of new buildings or energy efficient housing, and on the other, are existing buildings that has not been designed with the regulations of bioclimatic design, and in which we focus.

Multifamily Complex IESS City of Cuenca, is a modern building of the 70s, located in the area of El Ejido and considered the first multi-city, and is the complex selected for our analysis of thermal comfort, lighting and visual.

We conducted a study comprising architectural, spatial analysis, supplemented with heat, lighting and visual analysis through the direct registration of climate data and simulation in digital programs, plus a study of microclimate in which the complex is located. The results allowed us to identify the problems presented by the building comfort and space problems in the Architectural Standards (Appendix 11) of the Reformation, Update, Complementarity and Coding Ordinance punishing the Land Use Plan of Canton Cuenca.

Defined the issue has been raised and the draft strategies to improve the thermal, lighting and visual comfort of the resort, reviewing the history and different concepts involved in this type of analysis, the documents analyzed can cite the references to modern architecture world, Latin America and our city and the main concepts of bioclimatic architecture, within which we find comfort; concepts and terms which have allowed us to establish the level of comfort of our analyzed building. We also identify the different elements and climatic parameters of our city. In the same way we look at two global projects and bioclimatic architectural intervention that served us as a leader in our design process and the different materials and construction technologies existing in our environment that could be applied.

Finally, the proposed solution allows us to demonstrate that it is entirely feasible to intervene and introduce bioclimatic strategies in existing buildings and you do not need an original bioclimatic design, or an overthrow to the design of new buildings with these characteristics

## **KEYWORDS**

Modernity, multifamily, bioclimatic architecture, comfort, strategies.

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	2	Ambiente confortable	40
<b>Objetivos</b>	4	Zona de confort	40
		La vivienda y su entorno	40
		Tipos de confort	41
<b>Arquitectura Moderna</b>		<b>El confort térmico</b>	41
		Definición de calor	41
<b>Generalidades</b>	09	Definición de confort térmico	42
<b>Origen</b>	10	Parámetros ambientales	43
<b>Vanguardias constructivas</b>	11	Parámetros arquitectónicos	44
Purismo	11	Factores del confort térmico	44
Suprematismo	12	Balance térmico	47
Wassily Kandinsky	13	Método de Fanger	48
Neoplasticismo	13	Diagrama bioclimático de Olgyay	51
<b>La Bauhaus</b>	14	Ábaco de Givoni	53
<b>Principales exponentes de la arquitectura moderna</b>	16	<b>El confort lumínico y visual</b>	54
<b>La modernidad en América Latina</b>	16	Parámetros fotométricos y colorimétricos	54
México	16	<b>El confort acústico</b>	57
Brasil	16	Tipos de ruido según la fuente	58
Argentina	18	Parámetros del confort acústico	60
Uruguay	19	<b>El confort olfativo</b>	62
<b>La arquitectura moderna en el Ecuador</b>	20	<b>El clima</b>	64
Antecedentes	20	Generalidades	64
Quito	20	Los elementos del clima	65
Cuenca	22	El clima en el Ecuador	67
Los Multifamiliares en Cuenca	26	Los factores que modifican el clima	69
<b>Bibliografía</b>	28	El microclima	73
		Los elementos climáticos de la ciudad de Cuenca	75
		<b>Conclusiones</b>	82
		<b>Bibliografía</b>	84
<b>Arquitectura Bioclimática</b>			
<b>El Clima</b>			
<b>Generalidades</b>	35	<b>CAPÍTULO 03</b>	
<b>Panorama actual sobre la sostenibilidad</b>	36	<b>Tecnologías Constructivas</b>	
<b>La arquitectura bioclimática</b>	37	<b>Materiales</b>	
Origen	37	<b>Generalidades</b>	93
Definición	39	<b>Fachadas ligeras</b>	94
Objetivos	40	Definición	94
<b>El confort</b>	40	Historia	94

Ventajas	
Desventajas	
Componentes básicos	
Estructura auxiliar ligera	
Los paneles	
Los anclajes	
La junta	
<b>Muro Cortina</b>	
Definición	
Historia	
Ventajas	
Desventajas	
Componentes básicos	
Comportamiento estructural	
El agua	
Comportamiento térmico	
Luz y visión	
Ventilación	
Limpieza	
<b>Fachada transventilada o ventilada</b>	
Definición	
Historia	
Ventajas	
Desventajas	
Clasificación	
Componentes básicos	
La idoneidad constructiva y funcional	
Resistencia mecánica	
Comportamiento higrotérmico y ahorro energético	
Etanqueidad	
Prevención contra incendios	
Comportamiento acústico	
Principio bioclimático	
<b>El efecto invernadero</b>	
<b>El aislante térmico</b>	
Los materiales aislantes térmicos	
Materiales aislantes de origen sintético	
Materiales aislantes de origen mineral	

98	Materiales aislantes de origen vegetal	123
98	Tipos de materiales aislantes empleados en la construc-	
98	ción	124
99	<b>Acabados</b>	126
99	Función de los acabados en el rendimiento energético	
101	del edificio	126
102	Calefacción y refrigeración	127
103	Iluminación natural	128
103	<b>Tipos de materiales</b>	128
103	Paredes y techo	128
106	Suelos	130
107	<b>Reacondicionamiento térmico de viviendas en uso</b>	132
107	Techumbre	132
107	Ventilación	132
109	Aislamiento térmico	133
110	Muros	134
112	Pisos	137
113	Pisos ventilados	137
113	Vanos	138
114	Ventanas	138
114	Vidrios	138
114	Marcos	140
115	Puertas	142
115	Puertas sólidas	142
115	Puertas con núcleo relleno	143
116	Puertas de PVC	143
118	Instalación	143
118	Sellos	144
118	<b>Bibliografía</b>	146
119		
119		
119	<b>Estudio de Casos</b>	
119	Torre Bois-le-Prêtre	
120	Barrio Trinitat Nova	
121		
122	<b>Generalidades</b>	157
123	<b>Estudio de caso 1: Transformación de la Torre de Vivien-</b>	
123	<b>das Bois-le-Prêtre</b>	158

## CAPÍTULO 04

[illegible]

Materiales y sistemas constructivos	281
Conectividad y accesibilidad	283
<b>Análisis arquitectónico</b>	284
Plantas arquitectónicas, elevaciones y cortes	286
Departamentos	296
Vestíbulos y escaleras	296
<b>Encuestas</b>	300
Resultados de encuestas	306
Conclusiones	314
<b>Análisis del confort</b>	316
Análisis del confort térmico	316
Zonas climáticas	317
El microclima	317
Procedimiento para el análisis del confort térmico	328
Descripción del programa Autodesk Ecotect	328
Simulación térmica en el programa Autodesk Ecotect	329
Conclusiones	344
Procedimientos para el análisis del confort lumínico	345
Simulación lumínica en el programa Autodesk Ecotect	345
Conclusiones	360
Registro de datos climáticos	361
Instrumentos de medición	361
Conclusiones	365
Comparación	365
Conclusiones generales	366
<b>Bibliografía</b>	368

Memoria descriptiva del anteproyecto	392
<b>Bibliografía</b>	398

## R E N D E R S

401

## C O N C L U S I O N E S

445

## A N E X O S

453

## C A P Í T U L O 0 6

### Anteproyecto Arquitectónico

<b>Generalidades</b>	375
<b>Estrategias de diseño y propuesta</b>	376
Estrategias y propuesta arquitectónicas	376
Estrategias térmicas	378
Estrategias acústicas	378
Estrategias lumínicas	378
Conclusiones	392







Yo, Erika Katherine Brito Puni, autora de la tesis de grado: “Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los Multifamiliares del IESS de la Ciudad de Cuenca”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecta. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, abril de 2015

---

Erika Katherine Brito Puni  
0104581434



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, Erika Katherine Brito Puni, autora de la tesis de grado: “Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los Multifamiliares del IESS de la Ciudad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, abril de 2015

---

Erika Katherine Brito Puni  
0104581434



Yo, David Esteban Molina Calle, autor de la tesis de grado: “Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los Multifamiliares del IESS de la Ciudad de Cuenca”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, abril de 2015

---

David Esteban Molina Calle  
0105593586



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Yo, David Esteban Molina Calle, autor de la tesis de grado: “Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los Multifamiliares del IESS de la Ciudad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, abril de 2015

---

David Esteban Molina Calle  
0105593586



# INTRODUCCIÓN



Actualmente en el mundo contemporáneo, la importante tarea del arquitecto es concebir a la vivienda desde su diseño inicial como bioclimática, para que sea posible la incorporación de estrategias de diseño climático y la conservación de energía y recursos. Esta concepción en las viviendas generará beneficios ambientales brindando una mejor calidad de vida y confort a sus residentes.

La vivienda ha evolucionado lentamente a lo largo de los años, sin embargo, en las últimas décadas ha experimentado cambios vertiginosos producto de la incorporación de nuevas tecnologías y sistemas de control climático artificial. Es importante incluir a ello la incidencia de las transformaciones sociales, económicas y políticas en su evolución, el desarrollo de la tecnología, a partir de la revolución industrial, que ha jugado un papel importante en los cambios ocurridos en ella.

La tecnología ha contribuido a elevar los niveles de confort de las residencias, y también podemos afirmar que ha generado una serie de problemas de todo orden, no solamente al convertir el interior en espacios cada vez más artificiales, sino también al elevar los consumos energéticos y

la producción de elementos contaminantes. Entre los arquitectos, otros profesionales y personas en general, ha surgido un interés mayor por alternativas de diseño y construcción que integren de manera armónica hombre, arquitectura y ambiente, tomando en consideración el uso de nuevas energías o energías olvidadas, así como de técnicas de control más naturales.

En la actualidad dentro de la ciudad, la oferta de residencias es mayor a la demanda debido a los altos costos de venta y a la deficiente distribución espacial de las mismas. Igualmente, se multiplican los núcleos residenciales en zonas cada vez más distantes del centro urbano. Esto contribuye al aumento del consumo energético, el cual responde al incremento del uso de sistemas artificiales.

De ahí surge también la importancia de concebir un diseño bioclimático aplicando diversas estrategias en edificaciones existentes, así como planes de densificación urbanos, ya que la única alternativa no puede ser el derrocamiento del edificio conjuntamente con el crecimiento desmesurado de la ciudad; es importante la incorporación de nuevas estrategias y sistemas que tengan por finalidad la reducción del consumo

energético y de los diferentes recursos en edificaciones existentes y en el contexto inmediato.

El proceso de intervención en una edificación existente, además de reducir el presupuesto que implica la realización de una nueva, permite claramente la reducción del consumo de recursos y producción de desperdicios, garantizando la revitalización de sus espacios y convirtiéndolos en confortables y habitables, incluso con la opción de evitar el desalojo de sus residentes. Los resultados que ofrecen este tipo de intervenciones tienen por objetivo alcanzar y mejorar la confortabilidad de los edificios y sus espacios, además, permiten mejorar la imagen dentro del contexto en la ciudad garantizando la reducción del consumo de recursos.



# OBJETIVOS



## **OBJETIVO GENERAL**

Mejorar las condiciones de confort de las residencias de los multifamiliares del IESS de la ciudad de Cuenca, aportando una nueva imagen que influya positivamente en el entorno próximo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar los problemas de confort de las residencias de los multifamiliares del IESS.

Hacer del manejo de la iluminación natural un indicador de los puntos a intervenir.

Definir estrategias constructivas para el mejoramiento del confort en el edificio.

Proponer un sistema que nos permita reducir el consumo de recursos energéticos.

Integrar espacialmente el edificio con el contexto urbano de la ciudad (diseño urbano e integración espacial).





# CAPÍTULO 01

Arquitectura Moderna





## 1.1. GENERALIDADES

Los Multifamiliares del IESS pertenecen a la época donde comienza el desarrollo de la arquitectura moderna en la ciudad de Cuenca (años 70), la cual tuvo su origen en Europa con las denominadas vanguardias constructivas, que sentaron las bases para la posterior fundación de la Escuela de la Bauhaus en Alemania, en la que vieron la luz varios de los principales exponentes de esta corriente arquitectónica a nivel mundial. Años más tarde gracias a la difusión de arquitectos europeos, como las visitas de Le Corbusier a varios países latinoamericanos, y siguiendo varios modelos extranjeros se construyeron varias obras representativas en América Latina, para finalizar en Ecuador y específicamente en la ciudad de Cuenca, donde se encuentra el edificio mencionado que analizamos en esta tesis de grado.

Para ello es importante incluir una breve introducción enfocada en el proceso de desarrollo de la arquitectura moderna a nivel mundial, comenzando con sus orígenes, analizado de esta manera conceptos básicos como el juicio sensitivo y el juicio estético, que nos permitan entender las vanguardias constructivas, con sus principales exponentes y algunos ejemplos de cada

una. Continuamos con la Escuela de la Bauhaus, su origen, su desarrollo y exponentes. Finalmente nos referimos a la modernidad en América Latina, para los países de México, Brasil, Argentina y Uruguay; y en Ecuador nos concentramos en Quito y principalmente en Cuenca, con una introducción muy general de los multifamiliares en nuestra ciudad.



## 1.2. ORIGEN DE LA ARQUITECTURA MODERNA

Durante los primeros años del siglo XX un grupo de pintores buscaba un nuevo lenguaje estético que esté acorde a la sociedad del nuevo siglo, con la finalidad de satisfacer las necesidades del ser humano moderno concebido en la naciente y creciente civilización industrial. (*Imagen 01*)

Para ello se encargaron de desarmar los conceptos y valores del arte tradicional, precisando alternativas en la búsqueda de un nuevo arte, que debía ser acorde con el nuevo siglo. Propusieron la abstracción como una nueva condición del arte, ajena a la estética de lo bello natural.

Para entender el arte moderno es importante diferenciar entre dos conceptos básicos relacionados con un modo distinto de plantear la estética; para ello recurrimos a Immanuel Kant<sup>1</sup>, para poder diferenciar estos dos conceptos: el juicio sensitivo y el juicio estético. (*Imagen 02*)

El juicio sensitivo es también llamado juicio de gusto, se produce cuando hay un estímulo a nuestros sentidos. Es de tipo sensitivo y configura el gusto del individuo. Por ejemplo cuando se escucha una melodía,

se saborea una fruta, etc.

El juicio estético es también llamado juicio de conocimiento, éste empieza por los sentidos, sin culminar ahí, moviliza los instrumentos del saber humano, es decir, la imaginación y el entendimiento, para finalizar con el reconocimiento de la forma, siendo procesado por la inteligencia y el pensamiento, pero orientado hacia lo universal. “La formulación de juicios estéticos en el ámbito de la arquitectura se caracterizará por su connotación constructiva, ya que su ejercicio desvelará a quien practique el instrumental intelectual y técnico propicio para el desarrollo del proyecto arquitectónico”.<sup>2</sup>

El arte moderno propuso un arte abstracto, reemplazando el motivo mimético por el motivo abstracto, generando obras con un proceso de construcción de formas ligado con el juicio estético.

De esta manera la modernidad sustituye la mimesis por la construcción como criterio de producción de una obra de arte, acentúa los aspectos más abstractos, los más universales, y elimina cualquier referencia figurativa con la realidad, es decir, cambia el motivo mimético por un motivo abstracto basado en una construcción formal.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Immanuel Kant: Rusia, 1724 - 1804. Filósofo prusiano de la ilustración. Es el primero y más importante representante del criticismo y precursor del idealismo alemán. Considerado uno de los pensadores más influyentes de la Europa moderna y de la filosofía universal. Uno de sus escritos más destacados: la Crítica de la Razón Pura.

<sup>2</sup> Labarta, Carlos (coord.). *Proyecto arquitectónico y docencia: una cuestión de orden*. Ed. Prensas de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 2010: 18.

<sup>3</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 12.



01: Ciudad Industrial, desarrollo de la civilización industrial.

02: Juicio sensitivo (izquierda) y juicio estético (derecha).

Este nuevo arte moderno se degradó en diferentes tendencias que se desarrollaron rápidamente, y convivieron en el tiempo y en el espacio. La mayoría de ellas fueron contradictorias entre sí, pero compartieron una naturaleza radicalmente innovadora; se trata de las denominadas vanguardias, llamadas así por estar delante del gusto predominante con corrientes de creación que abrieron nuevos caminos en la expresión artística, ya que para ellas la finalidad del arte no era representar la naturaleza o la historia, sino expresar el interior de cada artista.

La arquitectura moderna es identificada con las vanguardias constructivas, por lo que hablaremos únicamente de ellas en este capítulo.

### 1.3. VANGUARDIAS CONSTRUCTIVAS

Las vanguardias constructivas son la manera típica de desarrollo del arte moderno, ya que en la mayoría de los casos, lo moderno se identifica con la inconstancia, con el deseo de cambio constante, a falta de otros criterios más rigurosos para caracterizarlo.<sup>4</sup>

Las vanguardias constructivas se desarrollaron entre los años 1915 a 1923 y junto con ellas quedan sustentadas las bases de la modernidad.

#### 1.3.1. PURISMO

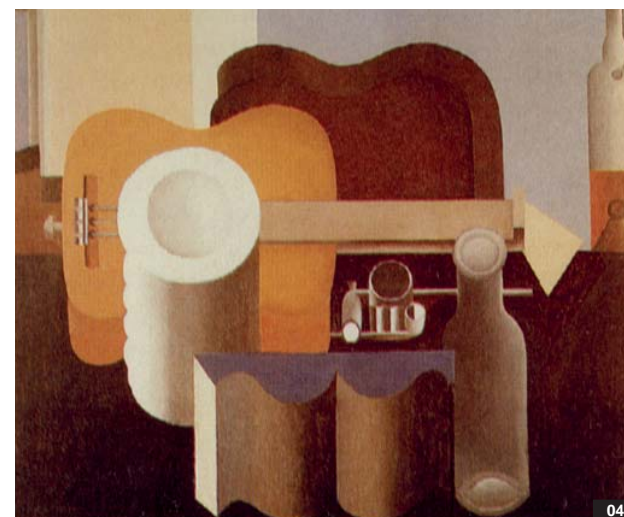
Primer movimiento que se derivó del cubismo, surgió en París entre 1918 y 1925. Sus fundadores y principales exponentes fueron el pintor Amédée Ozenfant<sup>5</sup> (*imagen 03*) y el pintor y arquitecto suizo Charles - Édouard Jeanneret<sup>6</sup>, más conocido como Le Corbusier (*imagen 04*), quienes se sentían desilusionados con el declive del cubismo.

El purismo estaba basado en una representación clara y precisa, con la utilización de una economía de medios y armonías proporcionadas. Se inspiraba en la pureza y la belleza que encontraban en las formas de las máquinas y se guiaban por la convicción de que las fórmulas numéricas clásicas son capaces de producir una sensación de armonía y de felicidad.

Sus representantes dieron importancia a las lecciones sobre precisión, con rigurosos postulados que exigen una adaptación de la forma a la función y prohibían cualquier signo de azar. La geometría era fundamental en la composición, regulando la organización de los objetos y buscando una estructura organizadora entre ellos, reduciéndolos a planos, líneas y puntos.

<sup>5</sup> Amédée Ozenfant: Francia, 1886 - 1966. Pintor cubista francés dentro de la tendencia purista. Fundó la revista L'Elan.

<sup>6</sup> Charles - Édouard Jeanneret (Le Corbusier): Suiza, 1887 - 1965. Teórico de la arquitectura, diseñador, y pintor nacionalizado francés. Uno de los arquitectos más influyentes del siglo XX. Creador del modutor.



03: "Guitarra y Botellas", Amédée Ozenfant, 1920.

04: "Bodegón con pila de platos y libros", Le Corbusier, 1920.

<sup>4</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 13.





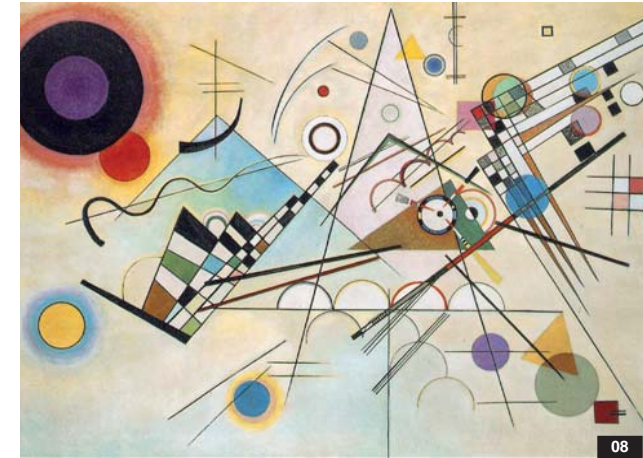
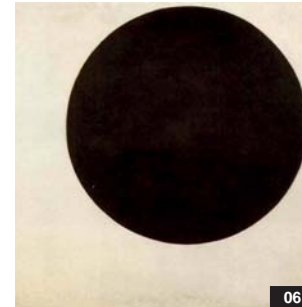
A pesar de que el purismo no logró fundar una escuela permanente de pintura, su herencia se encuentra en las obras y en la arquitectura de Le Corbusier, representante clave en el desarrollo del arte y la arquitectura moderna, proponiendo el arte como construcción.

### 1.3.2. SUPREMATISMO

Este movimiento surgió en Rusia a partir de 1915 paralelamente con el constructivismo. Era un movimiento artístico que se enfocaba en la abstracción pura, expresada por medio de figuras geométricas, como el círculo y el cuadrado. Se inició con las ideas del pintor Kazimir Malevich<sup>7</sup>, quien promovió la abstracción geométrica y el arte abstracto no figurativo, con la representación de un universo sin objetos. Los elementos formales se reducen al cuadrado, círculo, triángulo y cruz con elementos cromáticos que se reducen al rojo, negro, azul, blanco y verde. (Imágenes 05, 06, 07)

Los suprematistas no seguían los estilos tradicionales de la pintura, y no transmitían mensajes sociales. Las obras suprematistas fueron aumentando su colorido y composición con el paso del tiempo.

La asociación de artistas de la Rusia revo-



<sup>7</sup> **Kazimir Malevich:** Rusia, 1878 - 1935. Pintor ruso fundador del suprematismo. Fue profesor en la Escuela Nacional de Artes Aplicadas de Moscú. Dirigió el Instituto para el Estudio de la Cultura Artística de Leningrado.

05: "Cuadrado negro sobre fondo blanco", Kazimir Malevich, 1915.

06: "Círculo negro", Kazimir Malevich, 1915.

07: "Suprematismo", Kazimir Malevich, 1916.

08: "Composición VIII", Wassily Kandinsky, 1923.

09: "Unbroken Line", Wassily Kandinsky, 1923.

lucionaria (creada en 1922) determinó que, al haber tanto analfabetismo, había que volver al realismo, para 1925 esta vanguardia estaba casi desaparecida. El suprematismo (como la obra de Wassily Kandinsky y el Neoplasticismo) fue uno de los principales logros de la abstracción. Aunque no tuvo muchos seguidores en Rusia, ejerció una gran influencia en el desarrollo del arte y el diseño de Occidente y en la Bauhaus.

### 1.3.3. WASSILY KANDINSKY

El nacimiento del arte abstracto se relaciona con la primera acuarela abstracta del pintor ruso Wassily Kandinsky<sup>8</sup>, en 1910. Este artista estudió los elementos del arte plástico, el punto, la línea, el plano, el color, las posiciones y relaciones de éstos dentro de una composición.<sup>9</sup> (*Imágenes 08, 09*)

Los artistas abstractos conjuntamente con Wassily Kandinsky eliminaron la representación objetiva de la naturaleza, el volumen y la perspectiva de sus obras, y plasmaron la esencia de la realidad. En sus composiciones pictóricas predominaron las líneas, las formas geométricas, el ritmo, la estructura y el color.

<sup>8</sup> Wassily Kandinsky: Rusia, 1866 - 1944. Pintor, precursor de la abstracción en la pintura y teórico del arte. Ayudó a organizar el Instituto de Cultura Artística en Moscú y fue profesor de la Bauhaus.

<sup>9</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 14.

### 1.3.4. NEOPLASTICISMO

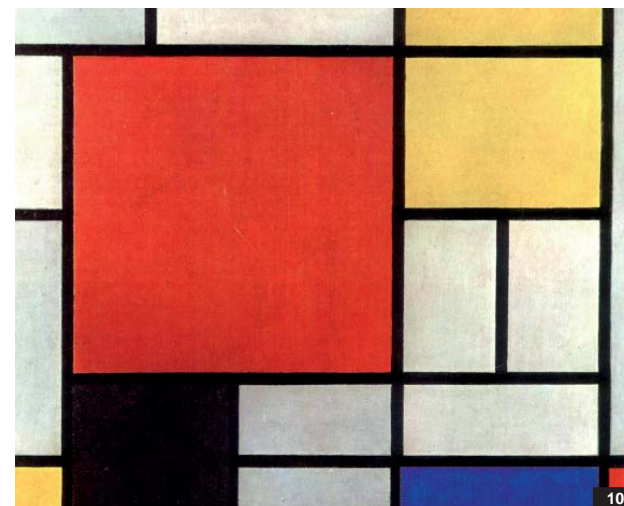
Surgió en Holanda en 1917 con el movimiento artístico "De Stijl"<sup>10</sup> y con la revista del mismo nombre. Entró en el arte abstracto con el persistente proceso de alejarse de la realidad, de la naturaleza y con la desaparición de las referencias naturalistas, en beneficio de las formas geométricas (planos, líneas, puntos). Se basaba en la lucha contra el individualismo, el rechazo al mimetismo, en una unidad estrecha entre pintura, escultura y arquitectura.

Piet Mondrian<sup>11</sup> originó esta corriente vanguardista en la pintura con un proceso de abstracción progresiva en el que las formas se redujeron a líneas rectas horizontales y verticales, y los colores al negro, al blanco, al gris y los tres primarios, con líneas que se cortan únicamente a 90°. (*Imagen 10*)

En la arquitectura se elaboró una nueva propuesta estética innovadora con un nuevo equilibrio buscando las relaciones entre los diversos elementos que componen la obra, descomposición del volumen en planos de colores, la eliminación de vanos, reemplazando éstos por los espacios faltantes entre planos y espacios fluidos que no se quedan

<sup>10</sup> De Stijl: Constituido en Leiden, Holanda en 1917. Movimiento artístico cuyo objetivo era la integración de las artes o el arte total, y se manifestaban a través de una revista del mismo nombre que se editó hasta 1931.

<sup>11</sup> Piet Mondrian: Países Bajos, 1872 - 1944. Fue un pintor vanguardista, miembro de De Stijl y fundador del neoplasticismo. Evolucionó desde el naturalismo y el simbolismo hasta la abstracción.



10



11

10: Óleo sobre tela, Piet Mondrian, 1921.

11: Casa Rietveld Schröder en Utrecht, Países Bajos. Arq. Gerrit Rietveld, 1924.





limitados en cuatro paredes. Un ejemplo es la Casa Rietveld Schröder, que fue construida en 1924 por el arquitecto holandés Gerrit Rietveld. (Imagen 11)

Con el neoplasticismo se empezó a entender que el diseño no solo abarca a la vivienda, sino hay una estrecha relación entre el mobiliario y la obra arquitectónica. La arquitectura neoplástica se caracterizó por estos 17 puntos: la forma, los elementos, la economía, la función, lo informe, lo monumental, el vacío, la planta, la subdivisión, el tiempo, aspecto plástico, aspecto estático, simetría y repetición, frontalidad, el color, decoración, la arquitectura como síntesis de la nueva expresión plástica.

Posteriormente se darán por sentadas las bases y los principios de la arquitectura moderna, con el nacimiento de la escuela de arte y diseño denominada como la Bauhaus, que tenía vinculación hacia los movimientos vanguardistas.

#### 1.4. LA BAUHAUS

Al principio del siglo XX encontramos a varios personajes que proponen un gran cambio en la arquitectura; destacando a Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Mies Van Der Rohe, Luis Barragán y Gerrit Rietveld, además de las Vanguardias y la Bauhaus. Buscaban crear una nueva arquitectura con nuevos materiales y tecnologías, negando

la del siglo pasado. Una nueva estética sin ornamentos, basada en sencillez, utilidad y difusión. Esta ideología se enfocaba en todas las clases sociales, evitando que la arquitectura se siga desarrollando en una élite de la sociedad mediante obras públicas y monumentos. De esta manera se conforma la arquitectura del siglo XX.<sup>12</sup>

La Bauhaus fue una escuela de artesanía, diseño, arte y arquitectura fundada en 1919 por Walter Gropius en Weimar (Alemania). El nombre Bauhaus deriva de la unión de las palabras en alemán Bau, “construcción”, y Haus, “casa”. La primera fase (1919-1923) fue idealista y romántica, la segunda (1923-1925) mucho más racionalista y en la tercera (1925-1929) alcanzó su mayor reconocimiento, coincidiendo con su traslado de Weimar a Dessau. En 1930, con la dirección de Mies van der Rohe, se trasladó a Berlín donde cambió la orientación de su programa de enseñanza.

La Bauhaus tuvo su sede en tres ciudades:

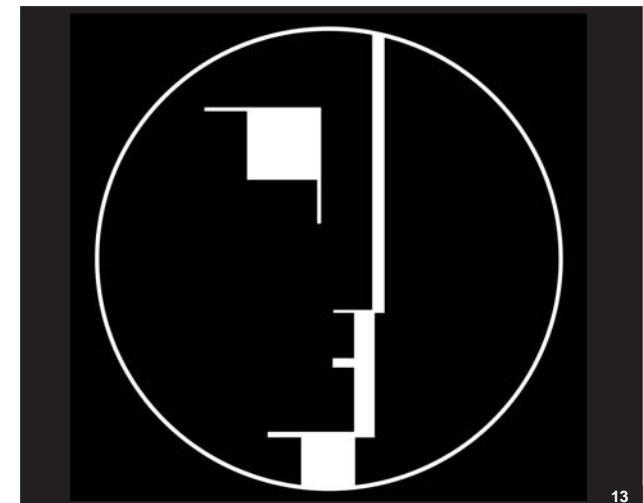
- 1919 – 1925: Weimar
- 1925 – 1932: Dessau. (Imagen 12)
- 1932 – 1934: Berlín

Estuvo organizada por tres directores:

<sup>12</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 16.



12



13

12: Edificio sede de la Bauhaus en Dessau, Alemania.  
13: Logotipo de la Bauhaus.

- 1919 – 1927: Walter Gropius
- 1927 – 1930: Hannes Meyer
- 1930 – 1933: Ludwig Mies van der Rohe

La arquitectura de la Bauhaus se caracterizaba por ser funcional; utilizaron nuevos materiales y tecnologías. Las clases de arquitectura procuraban crear una profundidad analítica en el estudiante. Los cursos trataban temas relacionados con estética, construcción, calefacción y ventilación, materiales, matemáticas y física. Se desarrollaron estudios sobre urbanización, relación de volúmenes, los distintos caminos para desarrollar un proyecto, orientación de viviendas e interacción de interiores y exteriores; también se analizó al habitante de la futura obra. Los experimentos de la escuela Bauhaus llevan al desarrollo de la arquitectura de este siglo.<sup>13</sup>

Los tres arquitectos destacados de la Bauhaus: Walter Gropius, Marcel Breuer y Mies Van Der Rohe, experimentaron con el hormigón considerado el nuevo material del siglo XX, lo utilizaron en sus obras y lo combinaron con estructuras de metal y cristal. Un buen ejemplo de su utilización fueron las obras de Walter Gropius, cuya influencia puede verse claramente en obras posteriores. Entre ellas podemos mencionar desde las casas de Louis Kahn, Richard Neutra, Alvar Aalto, Arne Jacobsen.

A partir de 1930 ocurrieron una serie de acontecimientos en el ámbito social y artístico, como el triunfo del nacional socialismo en Alemania. En 1933 el partido nazi cerró la escuela, por lo que Mies van der Rohe trasladó la Bauhaus a Berlín con fondos ganados de la ilegalidad del cierre de contratos. La escuela, situada en un antiguo edificio de telefonía, sobreviviría hasta abril de ese año. Fueron inútiles las protestas de Mies van der Rohe, que insistió en presentarse como patriota y veterano de guerra, defendiendo que su trabajo no tenía implicaciones políticas.

Tras 1933 gran parte de los integrantes de la Bauhaus emigraron hacia los Estados Unidos, en donde se produjo la consolidación de la arquitectura moderna; se desarrolló una especie de continuación de la Bauhaus hasta la Guerra Fría. László Moholy-Nagy fundó en 1937 en Chicago la New Bauhaus; la que respetaría más fielmente el plan de estudios original. En 1951 el arquitecto y escultor suizo Max Bill, siguiendo los lineamientos de la Bauhaus, fundó en Ulm (República Federal Alemana) la Escuela Superior de Proyección, que recuperó pronto la denominación de Bauhaus o, para diferenciarla de la inicial, Neues Bauhaus (Nueva Bauhaus).



14



15

14: Casa Gómez, Calle del Risco 240, Jardines del Pedregal, México. Arq. Francisco Artigas, 1952.

15: Casa da Rua Santa Cruz, Vila Mariana Sao Paulo, Brasil. Arq. Gregori Warchavchik, 1928.

<sup>13</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 16.





## 1.5. PRINCIPALES EXPONENTES DE LA ARQUITECTURA MODERNA

Entre los más destacados exponentes de la arquitectura a nivel mundial se encuentran: Walter Gropius, Mies van der Rohe, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, Richard Neutra.

## 1.6. LA MODERNIDAD EN AMÉRICA LATINA

A mediados de los años 20 con la llegada de varias publicaciones europeas y con el regreso de arquitectos que han realizado sus estudios en Europa, quienes arribaron a América debido a la Segunda Guerra Mundial, dio como resultado una influencia de la arquitectura moderna que en aquella época estaba muy bien estructurada en Europa, convirtiéndose América Latina en un dependiente de procesos y modelos arquitectónicos del viejo continente mirando a las sociedades europeas como la pauta del desarrollo económico y social. Sin embargo, las realidades en nuestro contexto eran diferentes a las extranjeras, debido al desarrollo técnico.<sup>14</sup>

En América la modernidad tuvo sus precursores en México, además con el aporte de Le Corbusier en sus viajes a Brasil, Argentina y Uruguay en 1929.

### 1.6.1. MÉXICO

Una de las manifestaciones de la cultura mexicana es su arquitectura heredada de la rica influencia europea de la primera mitad del siglo XX. La arquitectura moderna surgió en México en las décadas de los años veinte y los treinta, como aprendizaje del modelo europeo. Los protagonistas en el origen de la arquitectura moderna en la primera mitad del siglo XX son José Villagrán y Juan O'Gorman, con ensayos teóricos que sirvieron para formar a los representantes de la "nueva arquitectura" en este país.

En la segunda mitad del siglo XX la obra de arquitectos como Augusto H. Alvarez, Francisco Artigas (*imagen 14*), Antonio Attolini Lack, Enrique Cabral, Juan Sordo Madaleno, Ramón Torres, Héctor Velásquez, destacaba por la finura de sus detalles y su rigor moderno, incluso hoy son considerados como referentes modernos de América Latina.

### 1.6.2. BRASIL

La arquitectura moderna en Brasil, surgió entre 1929 y 1960, recibe una influencia directa de Europa y de Le Corbusier con su visita; además, a través de las experiencias precursoras del ucraniano naturalizado brasileño Gregori Warchavchik (*imagen 15*) y Julio de Abreu Junior en São Paulo.



16: Congreso Nacional de Brasília, Brasil, Arq. Oscar Niemeyer, 1958.

17: Casa Ocampo en Buenos Aires, Argentina. Arq. Alejandro Bustillo, 1929.

<sup>14</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 20.

En la década entre 1930 - 1940, se presentaron algunos de los primeros ensayos en Rio de Janeiro, donde el Ministerio de Educación y Salud, concebido en 1936, se tornó en el marco inicial y de referencia de una producción bien sucedida ante la crítica internacional. También en la Capital Federal de ese momento en ese mismo año, la propuesta moderna de los hermanos Roberto (Marcelo y Milton) venció el concurso de la sede de la Associação Brasileira de Imprensa (ABI), marcando el surgimiento en el país de la arquitectura purista, como Lucio Costa se refirió a ella.

El ministerio o palacio municipal fue proyectado por un equipo local bajo orientación de Le Corbusier. Aquello que se podría definir como una sintaxis corbusiana era aplicado por otros arquitectos integralmente y de modo precursor, como un procedimiento universal para ejecutar el proyecto.

“Gradualmente la arquitectura que conjugaba principios corbusianos y trazos locales se tornó en el modelo a ser seguido, en las dos décadas siguientes; el nativismo característico de la Escuela Carioca pasó a ser un atributo indispensable de la nueva arquitectura brasileña. Durante la segunda mitad de los años cincuenta, sin embargo, ocurriría el punto de inflexión de esa hegemonía, a partir de la saturación de aquel modelo utilizado de forma maciza por dos décadas y por el surgimiento de alternativas adoptadas con

primicia en São Paulo, de donde serían irradiadas para las demás regiones del país”.<sup>15</sup>

Años más tarde sería el turno del brutalismo de la Escuela Paulista liderar una posición referencial en la arquitectura brasileña; lo que es fácilmente comprobable cuando se revisa el panorama de la producción nacional de los años sesenta y setenta. Es importante destacar que la construcción de Brasilia, a partir de 1957, se transformó en el verdugo de la escuela carioca, al suprimirse la ejecución de proyectos estatales en Río de Janeiro, donde se encontraban los principales profesionales y edificios de ese grupo; era sepultada, de ese modo, una posible y necesaria renovación de la arquitectura local.

La principal exponente de esta arquitectura es la ciudad de Brasilia con el desarrollo en 1957 del Plan Piloto de Brasilia, con una síntesis del concepto moderno, no solo con sus edificios sino también con la organización espacial, siendo un ícono mundial de la arquitectura moderna desde 1987. Trabajaron en este proyecto el urbanista Lucio Costa, su alumno Oscar Niemeyer y Roberto Burle Marx.

Niemeyer, pasa a ser conocido en todo el mundo como autor de gran parte de los edificios públicos de esa importante ciudad

<sup>15</sup> Haas, Luis. *La arquitectura moderna brasileña en los años cincuenta: entre el modelo corbusiano - carioca en declive y las alternativas en ascenso*. En: *Apuntes* 23: 32.



18



19

<sup>18</sup> La Casa del Puente en Mar del Plata, Argentina. Arq. Amancio Williams, 1942.  
<sup>19</sup> Casa Curuchet en La Plata, Argentina. Arq. Le Corbusier, 1948 -1954.





y es considerado uno de los mejores arquitectos del siglo XX; se da a conocer con sus edificios en Brasilia (*imagen 16*) donde tiene éxito por imaginar las formas de los edificios destinados para representar al estado, obras que se han convertido en importantes iconos de la arquitectura moderna en Brasil, en América Latina y en el mundo.

### 1.6.3. ARGENTINA

La arquitectura moderna en Argentina tuvo gran influencia de Le Corbusier. Las más tempranas ideas de modernidad en Argentina coincidieron con su visita en 1929, la Sociedad de Amigos del Arte invitó a Le Corbusier a Buenos Aires para dar nueve conferencias. A través de esas charlas, y también de revistas europeas, los principios modernos empezaron a ser explorados localmente.

El racionalismo surgió como un opositor al academicismo por lo que las apariciones estaban destinadas más a cuestionar que el valorizar sus propios postulados.

La Casa Ocampo es considerada el primer edificio construido con los principios del Movimiento Moderno. El sitio, con una renovación parcial en la planta baja, es sede actualmente del Fondo Nacional de las Artes. (*Imagen 17*)

Los gustos arquitectónicos más acepta-

dos en los años 30 permanecieron inspirados en la arquitectura académica, e incluyeron un acercamiento nacionalista a la arquitectura colonial. Pero una temprana tendencia hacia la modernidad empezó a surgir, aunque los profesionales que se enrolaron en ella fueron pocos y se convirtió en un estilo de cierta élite.

Antonio Bonet, un arquitecto catalán que había trabajado con Sert y con Le Corbusier, proyectó el Edificio de Ateliers, terminado en 1938. El edificio constituye un elegante ejemplo en pequeña escala de la arquitectura moderna del período, innovador en el uso de materiales de construcción livianos, espacios de doble altura y el tratamiento de la esquina.

En los años 40, el clasicismo académico mantuvo su fuerza como el estilo de moda. Sin embargo, destacados trabajos modernos surgieron a pesar del peso del historicismo. En parte se debía a la falta de un interés fuerte, tanto en las universidades como en las publicaciones de arquitectura, acerca de la obra de la nueva generación del movimiento moderno internacional.

Un proyecto ejemplar es La Casa del Puente (*imagen 18*), una elegante vivienda de un piso. Fue construida en 1942, en Mar del Plata, por Amancio Williams para su padre, Alberto Williams, un prestigioso músico. Soportada por un extenso arco sobre el cau-



20: Edificio de la Aduana en Montevideo, Uruguay. Arq. Jorge Herrán, 1923.

21: Edificio Casabaca en Quito, Ecuador. Arq. Oscar Edwanick. 1956.



ce de un arroyo, la casa es innovadora por su planta libre, acristalamiento corrido y el uso del hormigón.

Probablemente las más conocida obra de este período en toda Sudamérica es la Casa Curuchet (*imagen 19*), en La Plata, diseñada por Le Corbusier (1948-1954) para el Dr. Pedro Curuchet, la única vivienda diseñada por Le Corbusier en toda América, a pesar de que nunca visitó el sitio ni conoció a su cliente. Un ejemplo de aplicación de los principios básicos: pilotis, ventanas corridas, terraza jardín, planta libre y fachada libre. La casa aún pertenece a la familia Curuchet, es Monumento Nacional y su cuidado y conservación están garantizados por Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires (CAPBA).

Influenciada por el Brutalismo y el Estilo Internacional, la arquitectura moderna argentina encuentra su propio camino a partir de los años 50. El Banco Hipotecario Nacional, originalmente Banco de Londres y América del Sur, es uno de sus ejemplos mas impactantes y reconocidos. Diseñado por Clorindo Testa y SEPRA (1959-1966), esta obra maestra del Brutalismo es una caja dentro de otra. Finalmente, uno de los arquitectos más influyentes del movimiento moderno en Argentina fue Mario Roberto Álvarez.

#### 1.6.4. URUGUAY

En los años 20, mientras en Europa se abría paso la arquitectura moderna, en Uruguay se continuaba realizando una arquitectura ecléctica. Pero desde principios de siglo ya se habían insinuado ideas renovadoras en la arquitectura nacional (recordando el art nouveau en Uruguay, con la obra de Leopoldo Tosi, Alfredo Jones Brown, Alfredo Maini, Horacio Acosta y Lara, el catalán Buigas Monravá), con este antecedente, también en la década del 20 se continúa avanzando hacia lo nuevo.

El cambio arquitectónico comenzó con el edificio de la Aduana (*imagen 20*), cuyo proyecto fue del arquitecto Jorge Herrán, ganador del concurso en 1923, la inauguración del edificio fue en 1934, con la obra aún sin terminar.

Desde principios de siglo, a pesar de la fuerte influencia francesa en la conducción de la Facultad de Arquitectura (que existe como tal desde 1915) a cargo de José Carré, no significó un freno para la innovación. La aparición de varios edificios renovadores en el lenguaje arquitectónico, coincidió también con la visita de Le Corbusier al Río de la Plata. En 1929 visitó Montevideo y lo elogió por lo despojado de sus muros medianeros y por la existencia de varias residencias donde ya se vislumbraba el espíritu nuevo: líneas austeras, prismáticas, geométricas.



22: Edificio COFIEC en Quito, Ecuador. Arq. Ovidio Wappenstein, años 70.





Uno de éstos es el Edificio Centenario proyectado en 1929 por los Arquitectos De los Campos, Puente y Tournier. Destinado para oficinas y supone una clara ruptura con el pasado. Otro fue el Edificio Lápido proyectado también en 1929 y finalizado en 1933. De los Arquitectos Juan Aubriot y Ricardo Valabrega. Su programa fue múltiple; fue uno de los primeros edificios austeros, de formas puras. También en 1929 hubo dos importantes concursos para el Palacio Municipal y el Hospital de Clínicas.

La Facultad de Ingeniería del Arquitecto Julio Vilamajó en 1936. El proyecto surge ya en un momento en que la arquitectura moderna ha avanzado. Nos remite a la Bauhaus y su edificio en Dessau, ya que responde a su misma lógica compositiva. La diferencia es el tratamiento de la integración al paisaje.

La Facultad de Arquitectura, de los arquitectos Román Fresnedo Siri y Mario Muccinelli en 1938. La estructuración general, con una clara sectorización de funciones, responde al tipo patio, adaptado a la particular forma del terreno.

## 1.7. LA ARQUITECTURA MODERNA EN EL ECUADOR

### 1.7.1. ANTECEDENTES

En 1860, luego de las guerras de independencia que dejaron en crisis al país y con

la presidencia de Gabriel García Moreno se pudo constatar en Quito el mejoramiento de calles y plazas. Además, en 1870 se funda la Escuela Politécnica donde se formaron los primeros ingenieros y nació un interés por la arquitectura. De esta manera fueron contratados arquitectos europeos para la construcción de varios edificios y la formación de los primeros arquitectos locales.

En 1908 se incorporó el uso de nuevos materiales como el hormigón y el hierro, conjuntamente con el vidrio se utilizaron en algunos edificios públicos. Una época en la que se despertó interés en el estudio de la arquitectura.

Las ciudades crecían y como reacción inmediata fue la construcción de proyectos como talleres industriales, edificios de oficinas y nuevos barrios. Esa nueva oleada de modernidad, con el concepto de confort y el automóvil, propiciaron nuevas transformaciones utilizando las zonas aledañas a los centros, mientras que éstos comenzaban con un proceso de deterioro debido a la sobrepoblación.

### 1.7.2. QUITO

La ciudad de Quito era un destino para la llegada de arquitectos europeos inmigrantes después de la segunda guerra mundial por tratarse de una ciudad capital. Uno de los arquitectos extranjeros que aportó con



23: Fotografía panorámica de Cuenca, Ecuador. Años 30.

24: Parque Calderón en Cuenca, Ecuador. 1910.

sus conocimientos fue el austriaco Oscar Edwanick, a quién se le atribuyen las primeras soluciones multifamiliares en altura. (Imagen 21)

Se distinguen dos corrientes arquitectónicas; la una corresponde al historicismo nacionalista difundido en toda América y que proponía mantener, restaurar e imitar la arquitectura colonial. La otra corriente arquitectónica se puso en evidencia desde 1940 con la llegada de un grupo de arquitectos judeo-europeos y uruguayos, con una clara tendencia racionalista.<sup>16</sup>

En Quito se desarrollaron las primeras urbanizaciones y lotizaciones, las cuales tomaron como referente el modelo de la “ciudad jardín”, convirtiéndose en proyectos en los que el municipio sería el promotor para generar la imagen de ciudad moderna al impulsar la construcción de los edificios que obedecerían al Primer Plan Regulador de Quito, en el año de 1942, realizado por el uruguayo Guillermo Jones Odriozola quien tras estudiar la obra de Le Corbusier en Buenos Aires y Montevideo propone para la capital una zonificación racionalista de las actividades, desarrollando la ciudad a partir de células urbanas vinculadas entre sí por un sistemas de avenidas, de parques y de avenidas parques que permiten crear una red vial y recorrer el perímetro de la urbe de

una manera más variada y de interesante expectación. En 1945 colabora con la realización del plan el arquitecto Gilberto Gatto Sobral, y en 1946 realiza el plan de estudios con su compatriota el arquitecto Altamirano.<sup>17</sup>

La primera escuela de arquitectura nació bajo el modelo de la de Montevideo adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central del Ecuador, manejaba los más puros principios del racionalismo europeo, consolidándose en 1959 la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, a la cabeza con un grupo de arquitectos formados en Estados Unidos, como Sixto Durán Ballén y Jaime Dávalos; conjuntamente con un grupo de profesionales extranjeros conformaron un equipo de profesores, entre ellos: el mencionado Oscar Edwanick, Carlos Kohn Kagan, Otto Glass, Giovanni Rotta y Gilberto Gatto Sobral. Con otro grupo de arquitectos como César Arroyo, Agustín Patiño, Oswaldo Mariño y Ramiro Pérez, construyeron buena parte de las obras entre los años cincuenta y los sesenta. Además, el reconocido arquitecto Ovidio Wappenstein, con edificios para la Corporación Financiera Nacional, el Hotel Hilton Colón y el Edificio del COFIEC (imagen 22); todos éstos comparten la buena relación que tiene el volumen arquitectónico con su entorno y un adecuado tratamiento del espacio público.



<sup>16</sup> Vanegas, Alejandro. Tesis: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador*. Cuenca. Cuenca, 2008: 36 - 37.

<sup>17</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 22.

25: Plan Regulador de la Ciudad de Cuenca. Arq. Gilberto Gatto Sobral, 1947.  
26: Palacio Municipal en Cuenca, Ecuador. Arq. Gilberto Gatto Sobral, 1953.





### 1.7.3. CUENCA

Al comienzo del siglo XX, la ciudad contaba con treinta mil habitantes y no existía mayor distinción entre lo urbano y lo rural (*imagen 23*), tampoco entre el espacio público y privado. En el transcurso de las primeras décadas del siglo será una constante la convivencia de lo colonial y popular con lo nuevo, en principio europeo y posteriormente norteamericano.<sup>18</sup>

El boom económico con la exportación de sombreros de paja toquilla, conocidos a nivel mundial como “panama hats”, se desarrolló entre los años veinte y cuarenta; el progreso económico se reflejó en el tratamiento del espacio público y construcciones de estilo neoclásico con influencia Francesa.

En el aspecto económico se desarrolló un comercio modesto que no sobrepasó unas pocas manzanas alrededor del Parque Calderón (*imagen 24*). Se destacó la actividad artesanal con la fabricación de cerámica y la orfebrería, generando conjuntamente con la exportación de sombreros de paja toquilla, en las tres primeras décadas beneficios económicos que se reflejaron en la transformación de la ciudad. Se originaron vínculos con el exterior, principalmente con Francia; las clases pudientes trajeron ideas que aplicaron en sus construcciones; éstas

crecieron en altura y las fachadas adoptaron el estilo neoclásico, símbolo de poder cultural y económico. Sin embargo, los planteamientos funcionales se mantienen con la especialización de ciertos espacios; aparecen las antecámaras, cámaras y recámaras para la zona de reposo o la biblioteca, antesala y sala en la zona social.

Para los años cincuenta, el país se recuperaba de la crisis cacaotera con el fenómeno del “oro verde”; y la región austral sufría una fuerte depresión económica debido a la falta de demanda de los sombreros y a la caída de los precios internacionales; se sumó el estancamiento de la agricultura debido a una estructura obsoleta para la tenencia de tierras.

El dinero de la exportación de sombreros se destinó al fortalecimiento del comercio y la industria, amparados en una política nacional de protección industrial. En la década sesenta se fundaron empresas que aportaron una mejora y recuperación económica a nivel nacional y provincial. Además, el aporte de quienes continuaban incrementando su riqueza con la explotación de la mano de obra, como la fabricación de ropa, tejidos, orfebrería o ebanistería. Finalmente, la actividad comercial se incrementó y con ella la demanda del espacio; se alteraron los usos en el centro de la ciudad, la actividad educativa y la habitacional se desplazó a la periferia, la comercial quedó concentrada en



27: Avenida Fray Vicente Solano en los años 70. Nueva área de expansión de El Ejido.  
28: Avenida Fray Vicente Solano en la actualidad.

29: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca. Arq. Alvaro Malo, 1972.

<sup>18</sup> Vanegas, Alejandro. Tesis: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador*. Cuenca. Cuenca, 2008: 39.

las manzanas centrales. La migración diaria del campo a la ciudad como fuente de mano de obra para la industria; produjo la densificación y concentración de actividades en el centro.

Dos hechos fundamentales marcaron el desarrollo de nuestra ciudad en estos años: el Primer Plan de Desarrollo (1947) con la implantación de un nuevo modelo urbanístico y la celebración del cuarto centenario de la Fundación de Cuenca (1957), inició así un acelerado proceso de modernización para transformar Cuenca en una cosmopolita y moderna ciudad, con cambios en costumbres y tradiciones.<sup>19</sup>

En esta época la ciudad contaba con 49 mil habitantes, número que se fue incrementando por las políticas y estrategias con las aspiraciones de modernización; entre ellas, el primer Plan de Regulador para la Ciudad de Cuenca, encomendado por la Municipalidad al arquitecto uruguayo Gilberto Gatto Sobral en 1947 (*imagen 25*); también se le encargó los diseños de los nuevos edificios del Palacio Municipal y la Casa de la Cultura, las primeras obras modernas. Además, con la creación de la Facultad de Ingeniería en 1948 por parte de la Universidad de Cuenca, resultó un aporte para el crecimiento ordenado y la renovación de la ciudad.

La arquitectura moderna a partir de los años cincuenta se caracterizó por la ausencia de ornamentos y aleros, la conservación de ritmos y proporciones en los vanos, el uso de la simetría y la correspondencia entre vanos de diferentes plantas. Al principio se mantuvo la organización de espacios en torno a un patio central, las primeras intervenciones no correspondían estrictamente a los postulados modernos; la ciudad fue asimilando poco a poco los nuevos principios; las edificaciones sufrieron transformaciones con adecuaciones a nivel de fachada y cubierta, se cubrieron aleros, ampliaron vanos y reemplazaron cubiertas por terrazas, trabajos en los cuales ya se utilizaron nuevos materiales.<sup>20</sup>

Los patios desaparecieron o disminuyeron de tamaño, cambiaron de ubicación o se desplazaron al extremo este de las viviendas para recibir la luz del sol. En otros casos el vestíbulo reemplazó al patio, con una función similar. Aparecieron nuevos elementos como la caja de escaleras independiente; se implementaron los pozos de luz con cubiertas de vidrio y estructura de metal o madera, permitiendo la renovación del aire. Otro elemento que se añadió a las nuevas intervenciones era la azotea hacia el frente de la edificación, con la posibilidad de realizar un remate acorde con la nueva modalidad; un espacio exterior para cambiar de



30



31

30: Terreno destinado para la construcción del edificio de multifamiliares del I.E.S.S., años 70.

31: Primera etapa de construcción del edificio de multifamiliares del I.E.S.S., años 80.

<sup>19</sup> Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 23.

<sup>20</sup> Vanegas, Alejandro. Tesis: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador*. Cuenca, 2008: 42.



ambiente y presenciar actos públicos.

Algunas entidades públicas y privadas, decidieron construir sus dependencias con los lineamientos modernos. Esto fue posible debido a la falta de una política conservadora, con lo que algunos edificios de valor desaparecieron; y los que permanecieron disminuyeron en protagonismo por el aumento de altura de las nuevas edificaciones, resultado de la plusvalía del suelo en el Centro Histórico.

Los nuevos edificios remplazaron a edificaciones coloniales y republicanas y en ellos se utilizaron los nuevos principios funcionales, tecnológicos y expresivos. El edificio de la Municipalidad de Cuenca constituye el símbolo más fuerte del progreso en esta época, con el que se dio paso a las nuevas tecnologías con el uso del hormigón armado, que constituye la revolución constructiva de la época; brindando flexibilidad en el incremento de vanos y volados, así como el crecimiento en altura (*imagen 26*). “El hormigón determinó la expresión formal de las construcciones, la solución de entrepisos y cubiertas planas; funcionalmente se dieron respuestas a las nuevas demandas espaciales”.<sup>21</sup>

La utilización del cemento y el acero se realizó con lentitud debido a su alto costo;

siendo los primeros ingenieros civiles quienes iniciaron la construcción de elementos con hormigón armado fabricando cadenas, losas, vigas, dinteles y pequeños balcones. En los años sesenta el uso del hormigón se hizo más frecuente con la aparición de la fábrica de cemento Guapán en la ciudad de Azogues y la disminución de su precio. En edificios públicos es donde se utilizó mayormente, con la necesidad de salvar grandes luces y la posibilidad de manejar mayores presupuestos.

Las instituciones privadas y casas de las clases altas se modernizaron. Los habitantes del centro abandonaron sus casas para vivir en la periferia, ocupando las nuevas áreas de expansión de El Ejido (*imágenes 27, 28*). La expansión de la ciudad hacia este sector se vio impulsada por la ubicación de importantes edificios, lo cual determinaría un papel preponderante en la expansión de Cuenca hacia estos terrenos, reforzando la planificación por Gatto Sobral y formándose la nueva cara de Cuenca como ciudad jardín, como lo había planteado el arquitecto uruguayo.

El ladrillo fue un material utilizado con discreción; su costo era elevado, por lo que se aplicaba en edificios públicos o cuando los recursos de una familia lo permitían. Comúnmente se lo empleaba solo en fachadas, siendo las paredes interiores construidas en bahareque o aplicando divisiones de

<sup>21</sup> Argudo, Carrillo y Ortega. Tesis: *Los edificios más representativos de la ciudad de Cuenca 1960 - 2006*. Cuenca, 2006: 31.





madera; posteriormente el uso del ladrillo se extendió a las paredes colindantes que a su vez serían soportantes, hasta que finalmente se utilizaría en toda la edificación.<sup>22</sup>

Este nuevo producto arquitectónico estuvo destinado al consumo de las clases altas y se convirtió en un aporte significativo en el desarrollo de sus propuestas, manifestada a través de la coherencia con nuestro contexto sin dejar de lado la muestra de un nuevo lenguaje arquitectónico.

Las viviendas y los edificios en altura fueron realizados siguiendo los cánones racionalistas y funcionalistas de la escuela internacional y el uso de modernos sistemas constructivos. Esta nueva concepción de la arquitectura dio como resultado un cambio en la estética urbana, con un total rechazo al pasado.

En esta época los arquitectos eran escasos, por lo que las nuevas obras se encargaron a los ingenieros civiles y en excepciones a arquitectos de otras ciudades. El 17 de Junio de 1958 se creó la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de Cuenca, en la que se desarrolla una corriente arquitectónica que moderniza la vivienda y promueve el reordenamiento y expansión urbana de la ciudad, constituyéndose en el año de 1961 como Facultad de Arquitectura. El 17

de Abril de 1972 inauguró su propio edificio diseñado por el arquitecto cuencano Álvaro Malo Cordero (*imagen 29*); un claro ejemplo de arquitectura moderna, en el que se observa principios racionalistas.

Las obras nuevas corresponderán en su mayor parte a la nueva clase media alta, surgida entre los comerciantes exportadores; ellos encontraron un nuevo lenguaje arquitectónico en sus viajes de negocios a Centroamérica y Estados Unidos; a este grupo se sumó el de la clase media surgida entre la burocracia, quienes hicieron uso de las facilidades de crédito del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

Estos dos grupos sociales se apropiaron de las dos posibilidades de construir que presentaba la ciudad; el primero en la zona sur planificada por Gatto Sobral y destinada como área de pastizales, siendo viviendas aisladas; el otro optó por las implantaciones entre medianeras que eran factibles en el Centro Histórico, reguladas por líneas de fábrica y las normativas. Con el crecimiento de las importaciones aumentó en número el parque automotor, el garaje se sumará a la planificación de las viviendas.

Además, a través de los medios de comunicación, se encontró un modelo a seguir de Norteamérica. Las clases acomodadas asumen los nuevos modelos, con cambios importantes en los planteamientos funciona-

<sup>22</sup> Vanegas, Alejandro. Tesis: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador*. Cuenca, Cuenca, 2008: 45.



les y a nivel formal; lo cual significaba símbolo de estatus, progreso y desarrollo.

En los años setenta con el “boom petrolero”, las clases empresariales retoman el centro de la ciudad para hacerlo producir; comenzaron a aparecer edificios en altura para la administración, la hotelería, las finanzas, el comercio y los servicios profesionales. Se demolieron edificaciones de la época premoderna para implantar las interpretaciones domésticas de los nuevos paradigmas de la modernidad, dando como resultado una nueva visión de arquitectura racionalista en nuestro contexto.<sup>23</sup>

Las edificaciones familiares incrementaron el número de pisos a dos o tres; con el cierre de patios y algunas ventanas de la planta baja, convirtiéndose en accesos para almacenes; resultando edificaciones con planta baja de comercios y plantas superiores de vivienda; esta tipología dará como resultado proyectos más grandes, y con afán innovador se construyeron los primeros edificios multifamiliares en la ciudad.

#### 1.7.4. LOS MULTIFAMILIARES EN CUENCA

La década de los ochenta trajo novedades en la producción arquitectónica, las empresas inmobiliarias comenzaron a construir

viviendas unifamiliares en urbanizaciones. Otro aspecto fue la introducción de la vivienda multifamiliar en altura; estas edificaciones se situaron en los espacios periféricos al centro histórico (*imagen 30*) y por lo general de 3 a 5 pisos; planteaban vestíbulos mínimos y corredores apretados que conducen a departamentos independientes.<sup>24</sup>

Las viviendas multifamiliares constituyeron recintos de unidades de viviendas superpuestas para un número determinado de familias. El espacio se conformó bajo un régimen de condominio, con servicios y bienes compartidos, como: circulación, bajantes de basura, estacionamientos, acometidas de servicio, áreas verdes y sociales.

En Cuenca se construyó el edificio de Multifamiliares del IESS (*imagen 31*) como respuesta al crecimiento de la población, originó un cambio en la tipología de vivienda con un nuevo modelo de edificación diferente a la vivienda unifamiliar tradicional durante los años setenta en la ciudad y que responde a los criterios racionalistas de la arquitectura moderna que se diferenciaba de la tradicional con la utilización de los nuevos materiales que se incorporaron en el mercado. Constituye el único ejemplo de arquitectura moderna de este tipo de edificación dentro de la ciudad durante esta época, y se lo considera actualmente dentro

<sup>23</sup> Argudo, Carrillo y Ortega. Tesis: *Los edificios más representativos de la ciudad de Cuenca 1960 - 2006*. Cuenca, 2006: 31.

<sup>24</sup> Argudo, Carrillo y Ortega. Tesis: *Los edificios más representativos de la ciudad de Cuenca 1960 - 2006*. Cuenca, 2006: 32.



del Plan Especial de Urbanismo de El Ejido  
como un hito urbano de interés social.



## 1.8. BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO

### 1.8.1. TESIS

- Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013.

- Vanegas, Alejandro. Tesis de maestría: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador*. Cuenca, 2008.

- Moyano, Gabriela y Mónica Rivera. Tesis: *Arquitectura de las líneas rectas en Cuenca*. Cuenca, 2002.

- Argudo, Carrillo y Ortega. Tesis: *Los edificios más representativos de la ciudad de Cuenca 1960 - 2006*. Cuenca, 2006.

### 1.8.2. LIBROS

- Dempsey, Amy. *Estilos, Escuelas y Movimientos: Guía Enciclopédica Del Arte Moderno*. Ed. Blume. Barcelona, 2002.

- Frampton, Kenneth. *Historia Crítica De La Arquitectura Moderna*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1981.

- Labarta, Carlos (coord.). *Proyecto arquitectónico y docencia: una cuestión de orden*. Ed. Prensas de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 2010.

- Haas, Luis. *La arquitectura moderna brasileña en los años cincuenta: entre el modelo corbusiano - carioca en declive y las alternativas en ascenso*. En: Apuntes 23: 32-45.

- Bethell, Leslie. *The Cambridge History of Latin America, Volume X, Latin America since 1930: ideas, culture and society*. New York, 2004.

### 1.8.3. PÁGINAS DE INTERNET

- Serra, Juan. Tesis Doctoral: *Purismo, Le Corbusier. Aproximación al Purismo*. <http://juaserl1.blogs.upv.es/juanserralluch/cuando-color-en-la-historia-de-la-arquitectura/color-en-la-arquitectura-de-las-vanguardias/purismo-le-corbusier/>. Acceso: noviembre, 2013.

- *Neoplasticismo*. <http://artesvisualesitcr.blogspot.com/>. Acceso: febrero, 2014.

- *Bauhaus loves Mondrian*. <http://yeswedrop.blogspot.com/2011/11/bauhaus-loves-mondrian.html>. Acceso: febrero, 2014.

- *La forma moderna en latinoamérica. Bauhaus de Gropius*. <http://laformamodernaenlatinoamerica.blogspot.com/2013/04/bauhaus-de-gropius.html>. Acceso: enero, 2014.

- *La forma moderna en latinoamérica. El*



*Pedregal de San Ángel*. <http://laformamodernaenlatinoamerica.blogspot.com/2014/04/el-pedregal-de-san-angel.html>. Acceso: enero, 2014.

- *Casa de Victoria Ocampo*. [http://universes-in-universe.org/esp/art\\_destinations/argentina/buenos\\_aires/art\\_centers/casa\\_ocampo\\_fnartes](http://universes-in-universe.org/esp/art_destinations/argentina/buenos_aires/art_centers/casa_ocampo_fnartes). Acceso: marzo, 2014.

#### 1.8.4. CRÉDITO DE IMÁGENES

**01.** Fuente: <http://ciudadesimportantes.com/ciudad-industrial-cambios-morfologia-urbana/>. Acceso: noviembre, 2013.

**02.** Fuente: Labarta, Carlos (coord.). *Proyecto arquitectónico y docencia: una cuestión de orden*. Ed. Prensas de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 2010: 18.

**03, 04.** Fuente: [http://juaserl1.blogspot.es/juanse\\_ralluch/cuando-color-en-la-historia-de-la-arquitectura/color-en-la-arquitectura-de-las-vanguardias/purismo-le-corbusier/](http://juaserl1.blogspot.es/juanse_ralluch/cuando-color-en-la-historia-de-la-arquitectura/color-en-la-arquitectura-de-las-vanguardias/purismo-le-corbusier/). Acceso: noviembre, 2013.

**05 - 07.** Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Kazimir\\_Malevich](http://es.wikipedia.org/wiki/Kazimir_Malevich). Acceso: noviembre, 2013.

**08.** Fuente: <http://www.epdlp.com/cuadro.php?id=549>. Acceso: noviembre, 2013.

**09.** Fuente: <http://www.invisiblebooks.com/Kandinsky.htm>. Acceso: noviembre, 2013.

**10.** Fuente: <http://artesaniasitcr.blogspot.com/>. Acceso: noviembre, 2013.

**11.** Fuente: <http://yeswedrop.blogspot.com/2011/11/bauhaus-loves-mondrian.html>. Acceso: noviembre, 2013.

**12.** Fuente: <http://laformamodernaenlatinoamerica.blogspot.com/2013/04/bauhaus-de-gropius.html>. Acceso: noviembre, 2013.

**13.** Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bauhaus-Signet.svg>. Acceso: noviembre, 2013.

**14.** Fuente: <http://laformamodernaenlatinoamerica.blogspot.com/2014/04/el-pedregal-de-san-angel.html>. Acceso: noviembre, 2013.

**15.** Fuente: <http://www.archdaily.mx/49436/clasicos-de-arquitectura-casa-modernista-da-rua-santa-cruz-gregori-war-chavchik/>. Acceso: noviembre, 2013.

**16.** Fuente: [http://www.delphosturismo.com.br/arq\\_web\\_english/fotos.html](http://www.delphosturismo.com.br/arq_web_english/fotos.html). Acceso: diciembre, 2013.

**17.** Fuente: [http://universes-in-universe.org/esp/art\\_destinations/argentina/buenos\\_aires/art\\_centers/casa\\_ocampo\\_fnartes](http://universes-in-universe.org/esp/art_destinations/argentina/buenos_aires/art_centers/casa_ocampo_fnartes).





tes/05. Acceso: diciembre, 2013.

**18.** Fuente: <http://milanesaonpapas.blogspot.com/2011/06/casa-del-puente-2-amancio-williams.html>. Acceso: diciembre, 2013.

**19.** Fuente: <http://www.panoramio.com/photo/14600007>. Acceso: diciembre, 2013.

**20.** Fuente: <http://forum.rojadirecta.es/showthread.php?166638-Montevideo-en-lm%E1genes/page24>. Acceso: diciembre, 2013.

**21.** Fuente: <http://docomomo.ec/sitio/portfolioitem/edificio-casa-baca-quito/>. Acceso: diciembre, 2013.

**22.** Fuente: [http://arquitecturaecuatoriana.blogspot.com/2012\\_05\\_01\\_archive.html](http://arquitecturaecuatoriana.blogspot.com/2012_05_01_archive.html). Acceso: diciembre, 2013.

**23, 24.** Fuente: Vanegas, Alejandro. Tesis: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador. Cuenca, 2008*: 38, 39.

**25.** Fuente: Muñoz, Juan y Sebastián Vanegas. Tesis: *Planteamiento de un anteproyecto de espacio público recreativo en los terrenos de la SENPLADES. Cuenca, 2014*: 26.

**26.** Fuente: Autores.

**27, 28.** Fuente: Argudo, Carrillo y Ortega. Tesis: *Los edificios más representativos de la ciudad de Cuenca 1960 - 2006*. Cuenca, 2006: 38.

**29.** Fuente: Iñiguez, María Claudia. Tesis: *Análisis y registro de la vivienda unifamiliar contemporánea con atributos modernos en la ciudad de Cuenca 2000 - 2010*. Cuenca, 2013: 24.

**30, 31.** Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/28838-el-patrimonio-en-las-fotos-de-vicente-tello/>. Acceso: diciembre, 2013.





# **CAPÍTULO 02**

Arquitectura Bioclimática  
El Clima





## 2.1. GENERALIDADES

El confort en las edificaciones se relaciona directamente con el clima del lugar en donde se encuentra emplazado o en el que se emplazará el proyecto, ya que éste afectará directamente el nivel de confortabilidad de las personas al interior de cada uno de los espacios construidos. La arquitectura bioclimática se preocupa de establecer una situación de confort en las edificaciones, mediante el análisis del clima y aprovechando para ello sus diferentes variables, por lo que hemos visto importante la incorporación de este tema, de tal manera que este capítulo está enfocado al estudio del confort, su clasificación y el análisis del mismo en los diferentes espacios habitados, con el objetivo de brindar las soluciones adecuadas para lograr un mejor vivir.

Además, es importante realizar una descripción del clima con sus elementos y factores, concentrándonos en la ciudad de Cuenca, lugar en donde se encuentra emplazado nuestro proyecto de estudio. Para ello describimos y analizamos las diferentes variables que intervienen y afectan nuestro clima, incorporando también los datos proporcionados por la estación meteorológica de la Universidad de Cuenca, para tener una

primera aproximación al clima cuencano, que afecta directamente a nuestro proyecto y así establecer las estrategias constructivas que debemos aplicar; para que, finalmente con los datos registrados por nuestros instrumentos podamos dar una solución definitiva al complejo y a sus residentes para que puedan seguir habitando confortablemente.



## 2.2. PANORAMA ACTUAL SOBRE LA SOSTENIBILIDAD

La preocupación sobre la sostenibilidad (*imagen 01*) surge a comienzos de los años 70, con el primer informe del Instituto de Tecnología de Massachusetts de 1972 para el Club de Roma, donde se analizó el aumento acelerado de la población, el modelo económico de producción y consumo; se llegó a la conclusión que de que había un límite para la viabilidad de dicho modelo cuya fecha de defunción sería a partir del año 2000, pues el efecto económico vigente era devorador por las crecientes cantidades de recursos naturales llegando un momento en el que el sistema Tierra sobrepasaría su capacidad de autogeneración, alcanzando el colapso, que se hizo más evidente por la crisis petrolera en 1973, lo que elevó el precio del petróleo debido a su escasez artificial.

En 1987 las Naciones Unidas emitieron el informe “Nuestro Futuro Común” (Brundtland), en el cual se forjó el concepto de desarrollo sostenible cuyo objetivo es dejar para las generaciones futuras una reserva medioambiental, o capital natural igual o mayor que la que hemos heredado. La sostenibilidad no solamente se tiene que traducir en medios medioambientales y económicos, sino también en términos sociales y culturales.

La sostenibilidad supone dejar las cosas,

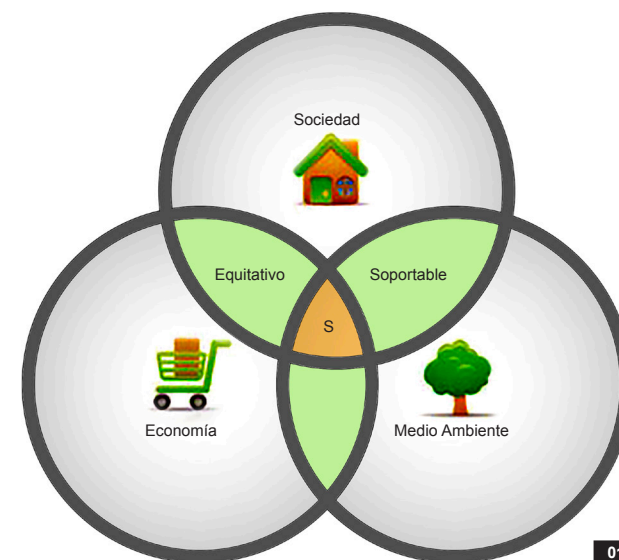
al menos como estaban antes, después de cualquier actuación nuestra sobre el planeta, y es así, que a partir del Informe Brundtland se han llevado a cabo diversas cumbres y conferencias internacionales como:

1. “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro en el año de 1992, donde se acordó reducir los gases de efecto invernadero y se confeccionó la Agenda 21. Conferencia de Kioto, 1997, donde se acordó la cuota de reducción y mecanismos para financiar y penalizar las emisiones de CO<sub>2</sub> (Protocolo de Kioto).

2. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo, 2002 Conferencia sobre el Cambio Climático en Nairobi, 2006, Cumbre de Bali, 2007, y Conferencias Europeas de Ciudades Sostenibles: Aalborg 1994, Lisboa 1996, Hannover 2000, Barcelona 2004, Sevilla 2007, entre otras.

En las conferencias de ciudades sostenibles los países firmantes se comprometen principalmente a:

- Reducir las emisiones contaminantes.
- Promover las energías renovables.
- Hacer uso racional del suelo y del agua.
- Proteger y ampliar las zonas verdes.



01

01: Las tres relaciones del desarrollo sostenible.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

- Fomentar la participación ciudadana.
- Reducir la segregación social.
- Profundizar en la eficiencia energética de los edificios.
- Proporcionar el transporte público.
- Reducir la generación de residuos y promocionar el reciclaje.

Por tanto, basado en estas concepciones antes descritas surgen una serie de trabajos que contribuyen al desarrollo sustentable, entre ellas, la arquitectura bioclimática que plantea el aprovechamiento de la energía del sol para disminuir o evitar totalmente el uso de sistemas de aire acondicionado o calefacción con la consiguiente baja en el consumo de energías no renovables y contaminantes.

## 2.3. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

### 2.3.1. ORIGEN

“El termino bioclimático fue utilizado por primera vez a inicios del siglo XX por el Botánico y Climatólogo alemán Köppen, el cual desarrolló un sistema de clasificación del macroclima terrestre, que consiste en una categorización climática mundial que identifica cada tipo de clima con una serie de le-

#### CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Clima A - Tropical/Megatermal

**Af** - Ecuatorial  
**Am** - Tropical monzónico  
**Aw** - Tropical con invierno seco  
**As** - Tropical con verano seco

Clima B - Seco (Árido y Semiárido)

**BS** - Semiárido  
**BSh** - Semiárido cálido  
**BSk** - Semiárido frío  
**BW** - Árido  
**BWh** - Árido cálido  
**BWk** - Árido frío

Clima C - Templado/Mesotermal

**Cf** - Precipitaciones constantes  
**Cfa** - Subtropical sin estación seca (verano cálido)  
**Cfb** - Oceánico (verano suave)  
**Cfc** - Subpolar oceánico  
**Cw** - Invierno seco  
**Cwa** - Subtropical con estación seca (verano cálido)  
**Cwb** - Templado con invierno seco (verano suave)  
**Cwc** - Subpolar oceánico con invierno seco

**Cs** - Verano seco  
**Csa** - Mediterráneo (verano cálido)  
**Csb** - Oceánico mediterráneo (verano suave)  
**Csc** - Subpolar oceánico con verano seco

Clima D - Templado frío/Continental/Microtermal

**Df** - Precipitaciones constantes  
**Dfa** - Continental sin estación seca (verano cálido, invierno frío)  
**Dfb** - Hemiboreal sin estación seca (verano suave, invierno frío)  
**Dfc** - Subpolar sin estación seca (verano suave y corto, invierno frío)  
**Dfd** - Subpolar sin estación seca (verano suave y corto, invierno muy frío)

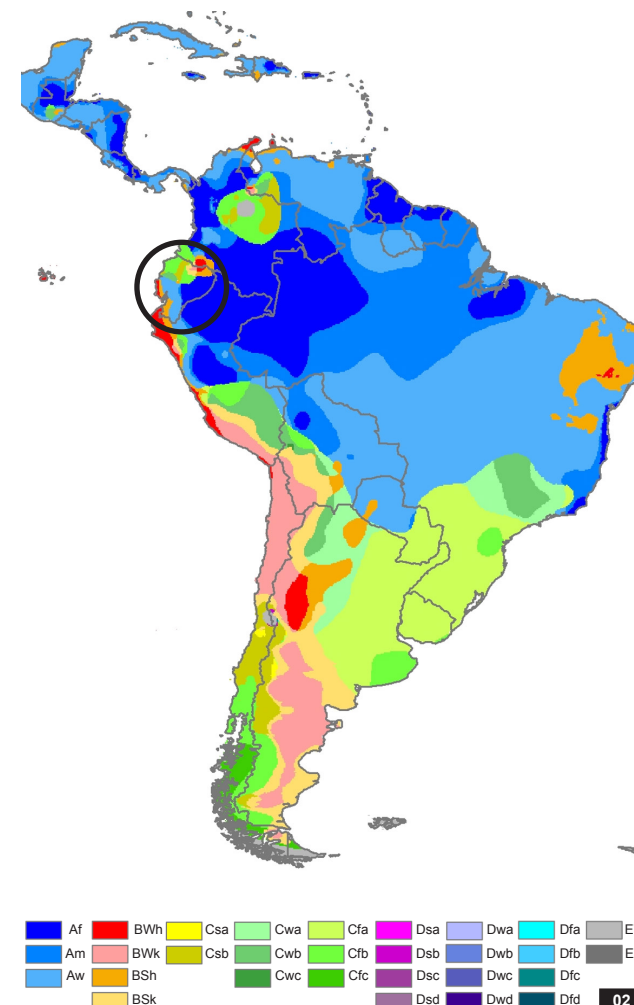
**Dw** - Invierno seco  
**Dwa** - Continental con invierno seco (verano cálido, invierno frío)  
**Dwb** - Hemiboreal con invierno seco (verano suave, invierno frío)  
**Dwc** - Subpolar con invierno seco (verano suave y corto, invierno frío)  
**Dwd** - Subpolar con invierno seco (verano suave y corto, invierno muy frío)

**Ds** - Verano seco  
**Dsa** - Continental mediterráneo (verano cálido, invierno frío)  
**Dsb** - Hemiboreal mediterráneo (verano suave, invierno frío)  
**Dsc** - Subpolar con verano seco (verano suave y corto, invierno frío)  
**Dsd** - Subpolar con verano seco (verano suave y corto, invierno muy frío)

Clima E - Frío

**ET** - Clima de tundra  
**EF** - Polar

Clima F - Alta montaña



02: Mapa climático de América del Sur, según la clasificación climática de Köppen.





tras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones”.<sup>1</sup> (Imagen 02)

“Para el caso de Ecuador, éste en general corresponde a un clima tropical pero con subdivisiones de acuerdo a cada región, como por ejemplo: en la región del litoral se encuentran cuatro zonas climáticas, siendo éstas el clima tropical húmedo (Af), clima tropical monzón (Am), clima tropical sabana (Aw) y clima tropical seco (B), en la región oriental están el clima amazónico húmedo y amazónico semi - húmedo, en las regiones subtropicales se tienen los climas subtropical húmedo, clima subtropical, semi - húmedo y clima subtropical seco”.<sup>2</sup>

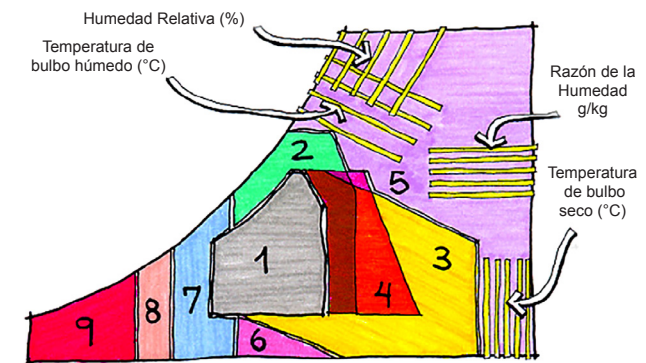
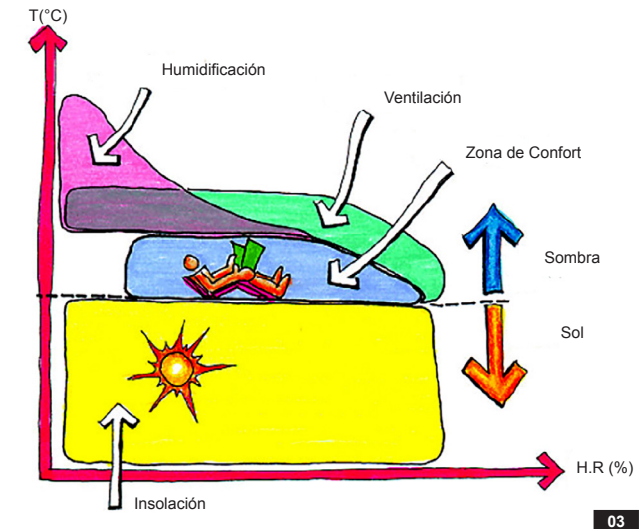
En los años sesenta los hermanos Olgyay<sup>3</sup> utilizan el término en asociación al desarrollo espacial en las edificaciones, creando un vínculo entre la vida, el clima y el diseño. Dando por primera vez un enfoque científico al diseño arquitectónico como respuesta a las condiciones climatológicas circundantes. Uno de sus aportes fue la representación de los parámetros de comodidad térmica en una carta o climograma de bienestar higrométrico, lo cual permitió es-

tablecer una zona de confort en relación con la temperatura y humedad relativa del aire. (Imagen 03)

Givoni<sup>4</sup>, Mahoney<sup>5</sup> y Fanger<sup>6</sup>, continuaron estudiando el tema e intentaron descifrar las sensaciones percibidas por los seres humanos ante diferentes combinaciones de parámetros climáticos, así como el rol de la arquitectura y los elementos de diseño en la modulación del ambiente térmico en los espacios interiores.

El diagrama psicrométrico de Baruch Givoni<sup>4</sup> (imagen 04) tiene en cuenta los valores de la temperatura y humedad media de cada mes, para evaluar la sensación térmica y a partir de ésta el grado de confort. Este arquitecto definió una zona de confort y distintas estrategias de diseño, entre las que se encuentran:

1. Zona de confort.
2. Zona de ventilación.
3. Zona de enfriamiento evaporativo.
4. Masa térmica para la zona de enfriamiento.
5. Zona de aire acondicionado.
6. Zona de humidificación.



1 Guillén, Vanessa y Cordero, Ximena. Tesis: *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 22.

2 Guillén, Vanessa y Cordero, Ximena. Tesis: *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 23.

3 Los hermanos Olgyay: (EEUU) Fueron los primeros que representaron en una carta los parámetros de comodidad térmica, basándose en datos de fisiólogos en 1925, que permite establecer una zona "zona de comodidad" en relación con la temperatura y humedad relativa del aire.

4 Baruch Givoni: Arquitecto israelita especialista en arquitectura bioclimática, magister en Higiene y Ph.D en Salud Pública. Profesor e investigador del Building Research Station (Israel).

5 Carl Mahoney: Arquitecto que aportó con la elaboración de método de diseño bioclimático.

6 P. Ole Fanger: Dinamarca, 1934 - 2006. Experto en el campo de confort térmico y la percepción de ambientes interior. Profesor en el Centro Internacional para el Ambiente Interior y Energía.

03: Carta bioclimática de Olgyay.

04: Carta bioclimática de Givoni.

7. Masa térmica para la zona de calentamiento.

8. Zona de calentamiento solar pasivo.

9. Zona de calentamiento artificial.

El arquitecto Carl Mahoney<sup>5</sup> publicó en 1971 un método para diseño bioclimático, que consiste en la elaboración de tablas con la finalidad de comparar los datos climáticos con un límite de confort establecido para un lugar específico y que permiten evaluar la duración de las condiciones de desconfort.

En el año 1973 P. Ole Fanger<sup>6</sup> desarrolló el método más completo, práctico y operativo para la valoración del confort térmico en espacios interiores, que fue recogido por la norma ISO 7730<sup>7</sup>. Contempla todas las variables presentes en los intercambios térmicos persona - ambiente, siendo éstos, el nivel de actividad, características de la ropa, temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad relativa del aire.

Como resultado de experiencias sobre las tablas de Mahoney, en 1988 el genetista y bioquímico británico, John Martin Evans dio a conocer una nueva técnica gráfica para el diseño bioclimático, conocida con el nombre de triángulos de confort. Incorporó la variable de la oscilación térmica diaria

como un indicador para definir los límites de comodidad.

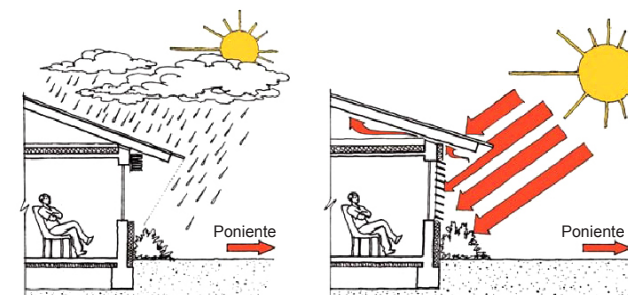
Todos estos investigadores han aportado con estudios para el conocimiento de métodos que permiten generar espacios que ofrezcan las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de sus actividades en situación de confort. A estas técnicas se las puede utilizar como una referencia para adaptarlas a las condiciones de cada lugar y así obtener estrategias arquitectónicas que permitan una adecuada interacción entre el entorno, la vivienda y sus ocupantes y respondan a las diversas solicitudes del medio para cada época del año.

### 2.3.2. DEFINICIÓN

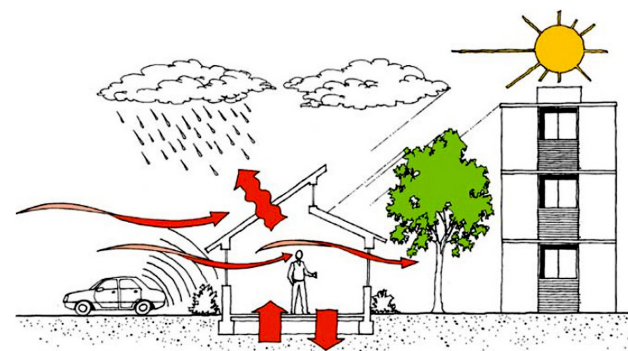
Se denomina arquitectura bioclimática a la arquitectura que aprovecha el clima y las condiciones naturales del entorno con el fin de alcanzar un estado de confort en su interior, valiéndose del diseño y el uso racional de elementos arquitectónicos, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos complejos.

**Bio:** Significa respeto por la vida, hacia las personas que habitan en su interior (protege su salud) y hacia el medio ambiente (no contaminante).

**Climática:** Se adapta a las condiciones ambientales de cada lugar, respeta los recursos naturales y se aprovecha de ellos.



05



06

<sup>7</sup> Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).



### 2.3.3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO PRINCIPAL

- Menor demanda energética del edificio durante su construcción y vida útil.

#### OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Maximizar ganancias de calor y reducir pérdidas de energía del edificio durante la época fría.

- Minimizar ganancias de calor y maximizar pérdidas de energía del edificio en verano.

- Lograr la calidad del ambiente interior, es decir, unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire.

- Contribuir a economizar en el consumo de combustibles, (entre un 50 - 70 % de reducción sobre el consumo normal).

- Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera (entre un 50 - 70 %).

- Disminuir el gasto de agua e iluminación (entre un 30 - 20 % respectivamente).

### 2.4. EL CONFORT

El término confort se refiere a un estado

“ideal” del ser humano, un estado que supone bienestar, salud y comodidad.

#### 2.4.1. AMBIENTE CONFORTABLE

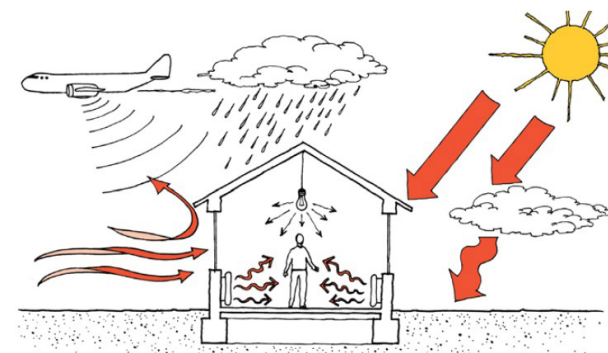
Un ambiente confortable es aquel donde no existe distracción o molestia, de tal manera que las tareas o las actividades placenteras puedan realizarse sin perturbaciones físicas y mentales. (Imagen 05)

#### 2.4.2. ZONA DE CONFORT

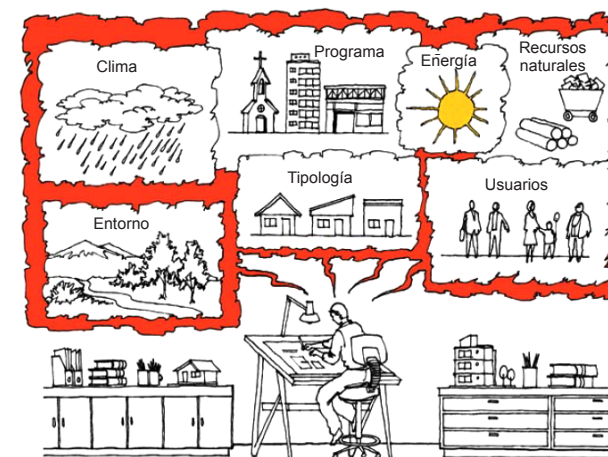
“La zona de confort podría describirse como el punto en el que el hombre gasta la energía mínima para adaptarse a su entorno”.<sup>8</sup>

#### 2.4.3. LA VIVIENDA Y SU ENTORNO

“La vivienda debe generar espacios que ofrezcan al usuario las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de sus actividades en situación de confort”.<sup>9</sup> Uno de estos factores que influye es el efecto del entorno sobre la vivienda que se refiere al clima o microclima del lugar, la geografía del sitio, edificios aledaños, vegetación, ruido existente, materiales utilizados en dicha construcción.



07



08

<sup>8</sup> Olgyay, Victor. *Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2010: 22.

<sup>9</sup> Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 35.

07: Relación entre el clima, la vivienda, los sistemas y usuarios y sus variables mas relevantes.

08: El proceso de diseño y las diferentes variables a considerar para conseguir habitabilidad y confort.

Las *imágenes 06, 07*, indican variables ambientales que afectan a la envolvente de la vivienda y que es necesario responder a cada una de estas a través de la eficiencia de recursos naturales, recursos mecánicos, confort entre otros.

“Si se quiere lograr confort con uso eficiente de energía, el clima y el entorno son elementos orientadores para la toma de decisiones de diseño arquitectónico, incluido la selección de los sistemas constructivos (de la envolvente e interiores) y las instalaciones de calefacción, de aire acondicionado, agua caliente sanitaria, iluminación artificial y ventilación”.<sup>10</sup>

La vivienda podrá requerir equipos, sistemas o dispositivos que permitan alcanzar las condiciones de confort en el ambiente interior. Se trata, por ejemplo, de instalaciones de calefacción, de enfriamiento, de iluminación artificial y ventilación forzada, los cuales se integran al proyecto arquitectónico, con los consiguientes gastos de inversión, de mantenimiento y consumo de energía en la operación de la vivienda.

Se debe considerar en el momento de diseño los elementos que se muestran en la *imagen 08*, con el objeto de generar espacios confortables, a esto se debe sumar espacios públicos aledaños de esparcimiento

que permitan el desarrollo de actividades de las personas.

## 2.4.4. TIPOS DE CONFORT

### 2.4.4.1. EL CONFORT TÉRMICO

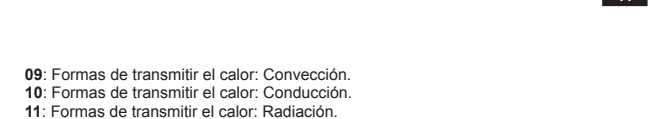
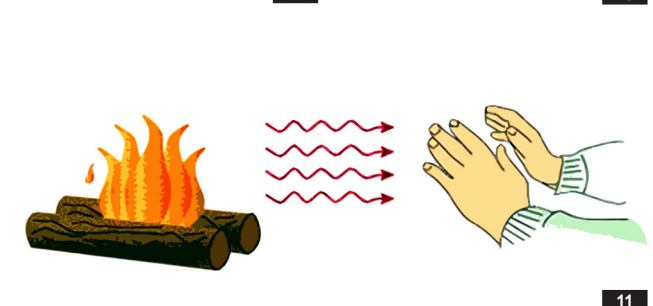
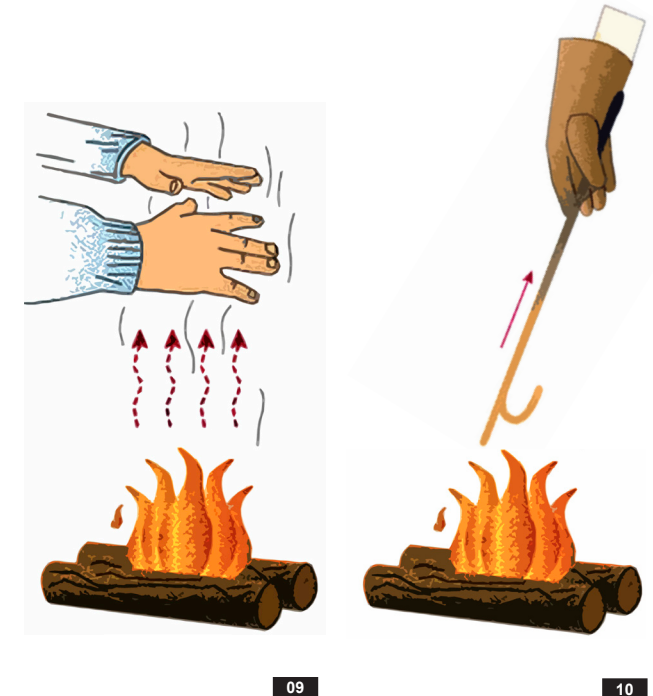
Previo a la definición de confort térmico es necesario conocer conceptos básicos tales como el calor y sus formas de transmisión.

#### 2.4.4.1.1. DEFINICIÓN DE CALOR

“El calor es una energía en tránsito de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura, y al igual que el trabajo debido a fuerzas que se desplazan, no se conciben, ambas como energías residentes y distinguidas de los cuerpos”.<sup>11</sup> El calor es una transferencia de energía.

El calor produce tres efectos distintos en un cuerpo: dilatación, resistencia a la dilatación y elevación de la temperatura. Es necesario no confundir el término calor con temperatura.

El calor se transmite cuando existen dos cuerpos con diferente temperatura. La transmisión de calor se genera de dos maneras: la primera, cuando un cuerpo sede totalmente el calor y es absorbido por un



09: Formas de transmitir el calor: Convección.

10: Formas de transmitir el calor: Conducción.

11: Formas de transmitir el calor: Radiación.

<sup>10</sup> Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 36.

<sup>11</sup> Yáñez, Guillermo. *Arquitectura solar e iluminación natural*. Editorial Munilla - Lería. Madrid, 2008: 96.





segundo cuerpo y; la segunda, cuando existe la transferencia de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura, y se clasifica en cuatro formas: conducción, convección, radiación y evaporación.

### a. CONVECCIÓN

“La transferencia de calor se produce por intermedio de un fluido (aire o agua) capaz de transportar el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Esto ocurre ya que, los fluidos al calentarse, aumentan de volumen y en consecuencia disminuyen su densidad, y de esta forma ascienden desplazando al fluido que se encuentra en la parte superior a menor temperatura.”<sup>12</sup> (Imagen 09)

### b. CONDUCCIÓN

“El calor se trasmite por conducción cuando dos elementos a diferentes temperaturas se tocan. La tasa de transferencia depende de la diferencia de temperatura, la superficie del área de contacto, o sección del cuerpo a través del cual se da la conducción; y de la conductividad, la propiedad de conducir calor a través de su masa, del material a menor temperatura”.<sup>13</sup> (Imagen 10)

<sup>12</sup> Meza, Parra, Bardi, Rosas, Yáñez y Burgos. *Reacondicionamiento térmico de viviendas en uso*. Ed. Exacta. Chile, 2010: 29.

<sup>13</sup> Encalada, Patricio. Tesis: *Estudio de desempeño y eficiencia en los edificios de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013: 23.

### c. RADIACIÓN

“Renato D’Alencon define al calor en forma de radiación, como energía en tránsito en forma de radiación electromagnética, desde una superficie más caliente a una más fría. No necesita ningún medio para transmitirse y puede realizarse a través del vacío. La cantidad de radiación es inversamente proporcional a su longitud de onda, así a onda más corta mayor contenido de energía. Los objetos a temperaturas relativamente bajas irradian en onda larga, mientras que objetos muy calientes como el sol lo hacen en ondas cortas”.<sup>14</sup> (Imagen 11)

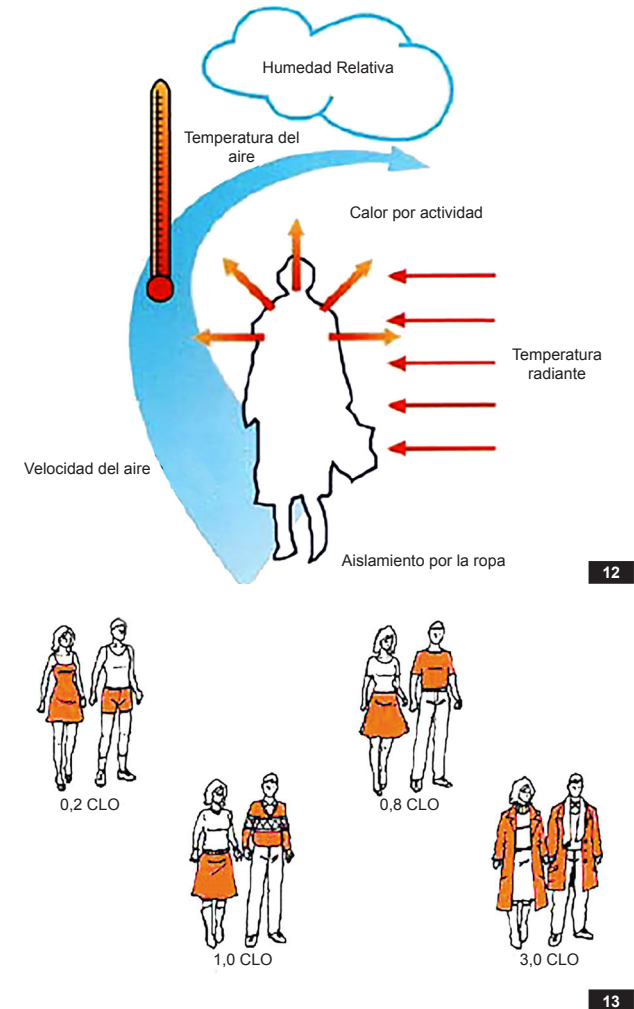
### d. EVAPORACIÓN

Es la transmisión de calor unidireccional del organismo hacia el aire ambiente por la evaporación cutánea y respiratoria. Esta pérdida de calor del organismo depende de la cantidad de sudor (agua) evaporada y la evaporación depende de la velocidad del aire ambiente, de su temperatura y de la presión parcial de vapor de agua.

#### 2.4.4.1.2. DEFINICIÓN CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es aquel que busca “conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el

<sup>14</sup> Baquero, María Teresa. Tesis: *Diseño bioclimático de viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013: 27.



12: Principales factores y parámetros que afectan el confort térmico.

13: Variación en la vestimenta de las personas afecta el intercambio de calor.

ambiente”.<sup>15</sup> Según la norma ISO 7730 lo define como “...aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico.”

### 2.4.4.1.3. PARÁMETROS AMBIENTALES

Pueden ser medidos y se han determinado rangos y valores estándar dentro de los cuales se pueden mantener unas condiciones de bienestar del individuo. También, influye directamente sobre las sensaciones de las personas y sobre las características físicas y ambientales de un espacio, sin ser determinante el uso y las actividades que allí se generan. (Imagen 12). Los parámetros ambientales son los siguientes:

#### a. TEMPERATURA DEL AIRE

Interviene en el intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente, a través de mecanismos de convección y evaporación, indica el estado energético del aire del lugar.

#### b. HUMEDAD RELATIVA

Es la cantidad de humedad del aire, influye en la pérdida de calor porque permite un mayor o menor grado de evaporación, por lo tanto si la humedad relativa es menor, más fácil será su evaporación.

Velocidad del aire	Sensación
De 4 a 5 m/sg	Imperceptible
De 5 a 8 m/sg	Agradable
De 8 a 16m/sg	Agradable con acentuada percepción
De 16 a 25m/sg	Entre soportable y molesta
Mayor a 25m/sg	No soportable

T01

Factores del Confort		
Factores personales	Metabolismo (alimentación, actividad)	Base o basal De trabajo o muscular
	Ropa. Grado de aislamiento	
	Tiempo de permanencia (aclimatación)	
	Salud y color de la piel	
	Historial térmico, lumínico, visual y acústico	Inmediato Mediato (situación geográfica, época del año)
Factores socio - culturales	Sexo, edad, peso (constitución corporal)	
	Educación Expectativas para el momento y el lugar considerados	

T02

Arropamiento	Prendas
0,00 Clo	Desnudez
0,50 Clo	Ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta y cuello abierto.
1,00 Clo	Ropa interior corta, traje típico de oficina, incluido el chaleco.
1,50 Clo	Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana.
2,00 Clo	Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana, calzado grueso, abrigo pesado de lana, guantes y sombreros.

T03

Actividad	W/m <sup>2</sup>	met
<b>Descansar</b>		
Dormir	40	0,7
Estar tumbado	45	0,8
Estar sentado, quieto	60	1,0
Estar de pie relajado	70	1,2
Caminar (llano)		
0,89 m/s	115	2,0
1,34 m/s	150	2,6
1,79 m/s	220	3,8
<b>Actividades de oficina</b>		
Leer sentado	55	1,0
Escribir	60	1,0
Escribir a máquina	65	1,1
Archivar sentado	70	1,2
Archivar de pie	80	1,4
Caminar por la oficina	100	1,7
Levantar peso, embalar	120	2,1
<b>Conducir</b>		
Coche	60 - 115	1,0 - 2,0
Vehículo pesado	185	3,2
<b>Actividades varias</b>		
Cocinar	95 - 115	1,6 - 2,0
Limpieza doméstica	115 - 200	2,0 - 3,4
Sentado, moviendo las extremidades	130	2,2
<b>Trabajo con maquinaria</b>		
Ligera	115 - 140	2,0 - 2,4
Pesada	235	4,0
Cargar sacos de 50 kg	235	4,0
Trabajo de pico y pala	235 - 280	4,0 - 4,8
<b>Actividades ocio variadas</b>		
Baile	140 - 225	2,4 - 4,4
Calistenia/ejercicio	175 - 235	3,0 - 4,0
Tenis	210 - 270	3,6 - 4,0
Baloncesto	290 - 440	5,0 - 7,6

T04

T01: Tipos de sensación que produce la velocidad del aire.

T02: Factores del confort térmico: factores personales y socio - culturales.

T03: Valores de aislamiento térmico de diferentes conjuntos de ropa.

T04: Generación de calor metabólico típica durante distintas actividades.

<sup>15</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 38.



### c. TEMPERATURA RADIANTE

“Es la temperatura media de la superficie de los elementos que circundan un espacio. Afecta tanto al calor que el cuerpo pierde por radiación como al que pierde por conducción cuando está en contacto con esas superficies”.<sup>16</sup>

“Un aumento de la temperatura radiante media significa que las condiciones de confort pueden alcanzarse a temperaturas del aire inferiores, y una reducción de 1 °C. en la temperatura del aire puede ahorrar hasta 10 % del consumo de energía. Por lo tanto, el aislamiento ahorra energía, no sólo porque reduce la pérdida real del calor del edificio, sino también porque permite reducir la temperatura del aire”.<sup>17</sup>

### d. VELOCIDAD DEL AIRE

No reduce la temperatura, pero crea la sensación de frescor gracias a la pérdida de calor por convección y el aumento de la evaporación, considerando que 1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> C/W. (Tabla 01)

### 2.4.4.1.4. PARÁMETROS ARQUITECTÓNICOS

Están relacionados con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo de sus ocupantes.

### 2.4.4.1.5. FACTORES DEL CONFORT TÉRMICO

Los factores del confort son condiciones propias de los usuarios frente al ambiente (factores personales). Son independientes de las condiciones exteriores y se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos. (Tabla 02)

Los factores socio culturales son más subjetivos, difícil de medir y permiten una evaluación cualitativa.

### a. METABOLISMO O TASA METABÓLICA

Es la suma de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano para mantener la temperatura corporal a 36,7 °C. y compensar la pérdida de calor hacia el ambiente. Su unidad es el met (1 met = 58 W/m<sup>2</sup>) (tabla 04). Para la lectura de datos es necesario que la actividad se desarrolle durante una hora.

<sup>16</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 38.

<sup>17</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 38.

## b. LA ROPA

La ropa constituye un factor de protección y obstaculización energética entre la superficie de la piel y el ambiente que nos rodea (*imagen 13*). Su unidad es el clo (1 clo = 0,16 m<sup>2</sup>K/W) que expresa la resistencia térmica de la vestimenta (*tabla 03*).

## c. SEXO, EDAD Y PESO (constitución corporal)

Estos factores son considerados como factores de tolerancia, ya que determinan el nivel de adaptación térmica de las personas y sus sensaciones térmicas. Estas sensaciones se manifiestan a través del calor, frío o sofocamiento, los cuales pueden llegar a imposibilitar la recuperación física de un individuo ante cualquier trabajo mental o físico.

De los tres, el peso o la constitución corporal es el único empleado en el cálculo de las formas de intercambio de calor entre una persona y su medio; no obstante, éste es utilizado en razón de la superficie, donde el valor de la superficie corporal está dado en razón del peso y la altura de la persona. Además, Dubois y Dubois, citado por Mondelo, Gregori y Barrau, en 1999 han desarrollado la siguiente expresión matemática para su cálculo:

$$S.C = 0,202.P^{0,425}.h^{0,725}$$

De donde,

**P:** Peso expresado en kg.

**h:** Altura en metros.

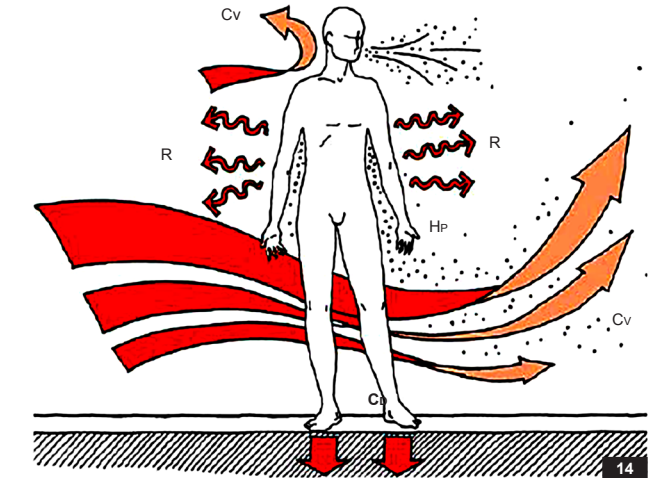
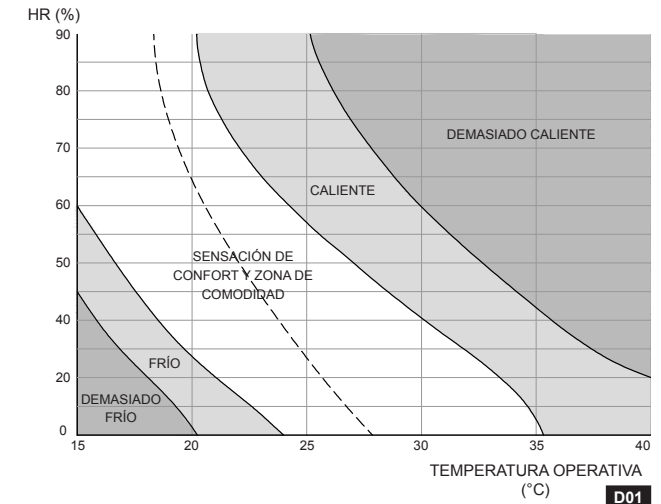
La edad y el sexo han sido estudiados sobre la influencia en el confort térmico, sin embargo, los resultados obtenidos no se han incorporado a las fórmulas de balance térmico, debido a que son pocos significativos.

## d. EL COLOR DE LA PIEL

Es un factor que no incide sobre la fórmula de bienestar térmico, influye en el intercambio de calor en forma de radiación.

Según Ramón (1980), la piel blanca refleja un 50 o 60% de las radiaciones de onda larga y un 20 o 30 % las de onda corta, mientras que la piel negra lo hace en porcentajes inferiores. “El enfriamiento por radiación, cuando la temperatura del aire se mantiene por encima de las superficies en alrededor, puede llegar a irritar los tejidos más profundos del cuerpo; el aire inhalado, más caliente, bloquea los mecanismos termorreguladores corporales”<sup>18</sup>.

Además, en la medida en que la piel es más oscura se calienta por el sol, pero menos radiación deja pasar, dispersando el ca-



D01: Diagrama de curvas de confort térmico.

14: Intercambio de calor entre el ser humano y su entorno.

<sup>18</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 10.





lor por radiación, así como por conducción, convección y evaporación del sudor al exterior, y por conducción al interior.

### e. SALUD

La salud es un factor personal que influye en el confort térmico debido a que las enfermedades pueden provocar un aumento de temperatura del cuerpo humano, como en el caso de la fiebre, que puede llevar a una persona a temperaturas corporales de 40 a 44°C., valores que pueden generar daños irreversibles.

La salud es importante frente a estimulaciones de frío o de calor, ya que, el organismo ante ellas responde con una serie de mecanismos fisiológicos de regulación térmica como pueden ser la vasoconstricción ante el frío o la vasodilatación frente al calor; la sudoración, producto de una respuesta de las glándulas sudoríparas; los temblores o titiriteos que permiten que el cuerpo eleve su temperatura o condiciones térmicas extremas es necesario que posea una buena salud que le garantice una respuesta adecuada a estos cambios o estas exigencias ambientales sin afectar en gran medida su organismo.

La salud es una variable que todavía no es tomada en cuenta en los rangos de confort establecidos por las normativas.

### f. ACLIMATACIÓN

Es un factor de tipo personal importante en el análisis de las respuestas fisiológicas del hombre al clima, ya que puede incidir en la producción metabólica de calor durante el periodo en que se está expuesto ante determinadas condiciones de frío o calor.

Sin embargo, no se han establecido valores que puedan ser utilizados en las fórmulas de estimación del índice de confort.

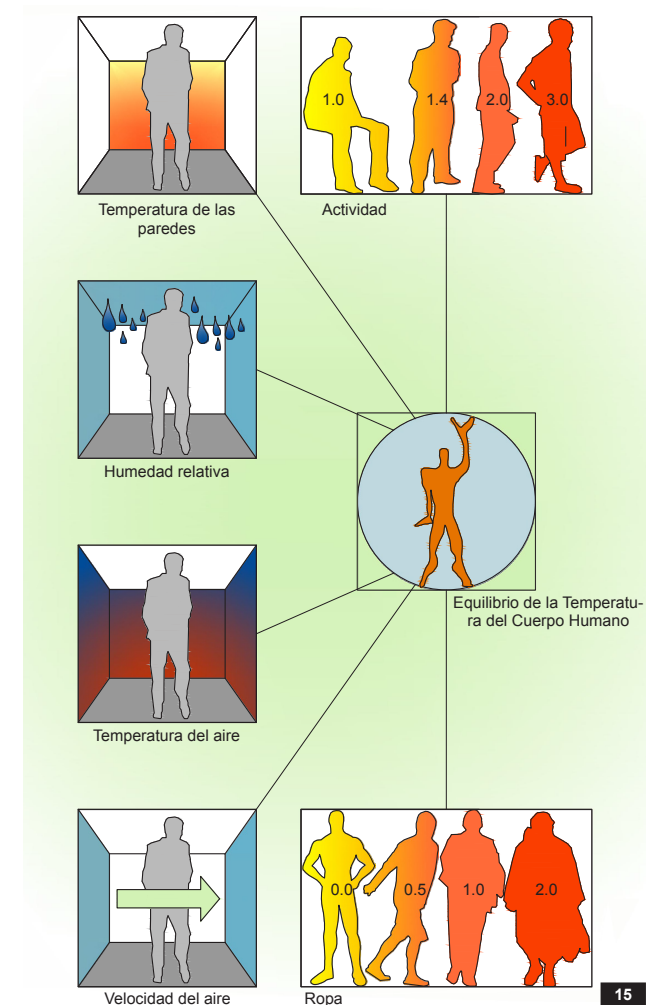
Serra y Coch (1995), por ejemplo, sostienen que la situación geográfica influye en la sensibilidad térmica de una persona, pues si vive en un país frío tolerará más las bajas temperaturas y menos las altas. Asimismo, de acuerdo a la época del año, una misma temperatura puede generar sensaciones muy distintas; en efecto, el frío se tolerará mejor en invierno que en verano cuando se sentirá más.

Para que exista confort térmico según la Norma Ecuatoriana de la Construcción Capítulo 13, se requiere:

- Temperatura del aire ambiente entre 18 y 26 °C.

- Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 °C.

- Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s.



15: Recopilación de Información para la aplicación del Método de Fanger.

- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %.  
(Diagrama 01)

#### 2.4.4.1.6. BALANCE TÉRMICO

El balance térmico busca el equilibrio térmico entre el hombre y su medio para lo cual se requiere de una serie de mecanismos reguladores como la producción o la pérdida de cierta cantidad de calor, dependiendo de los procesos metabólicos, del desprendimiento de calor por evaporación o de los intercambios por radiación, convección o conducción que se dan entre el cuerpo humano y los elementos que conforman el entorno inmediato. (Imagen 14)

Este equilibrio térmico se ha llegado a expresar de la siguiente manera:

$$O = M + Cd + Cv + R + E$$

De donde:

**O:** Equilibrio Térmico

**M:** Calor metabólico por unidad de Tiempo.

**Cd:** Ganancia o pérdida de calor por conducción.

**Cv:** Ganancia o pérdida de calor por convección.

**R:** Ganancia o pérdida de calor por radiación.

**E:** Pérdida de calor por evaporación.

Tipo de ropa	Aislamiento (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa ligera	0,5 clo.
Ropa media	1 clo.
Ropa pesada	1,5 clo.

T05

Nivel de actividad	Metabolismo de trabajo kcal/jornada (8h)
Trabajo ligero	< 1600
Trabajo medio	1600 a 2000
Trabajo pesado	> 2000

T06

Nivel	Método de estimación del metabolismo
<b>Nivel 1</b> Tanteo	<b>1.A.</b> Estimación de la tasa metabólica en función de la profesión (ISO 8996)
	<b>1.B.</b> Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad (ISO 8996 - ISO 7730)
<b>Nivel 2</b> Observación	<b>2.A.</b> Estimación de la tasa metabólica a partir de los componentes de la actividad (ISO 8996, INSHT-NTP 323)
	<b>2.B.</b> Estimación de la tasa metabólica por actividad tipo (ISO 8996, INSHT-NTP 323)
<b>Nivel 3</b> Análisis	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardíaco bajo condiciones determinadas ISO 8996
<b>Nivel 4</b> Actuación experta	Medida del consumo de oxígeno
	Método del agua doblemente marcada
	Calorimetría directa

T07

T05: Tabla con valores de aislamiento de la ropa.

T06: Relación entre tasa metabólica y carga física de la tarea.

T07: Métodos principales de estimación del metabolismo.

Clase	Tasa metabólica en w/m <sup>2</sup>	Ejemplos de actividades
Descanso	65	Descansando, sentado cómodamente
Tasa metabólica baja	100	Escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad, manejo de herramientas pequeñas, caminar sin prisa (velocidad hasta 2,5 km/h)
Tasa metabólica moderada	165	Clavar, limar, conducción de camiones, tractores o máquinas de obras, caminar a una velocidad de 2,5 km/h hasta 5,5 km/h
Tasa metabólica alta	230	Trabajo intenso con brazos y tronco, transporte de materiales pesados, pedalear, empleo de sierra, caminar a una velocidad de 5,5 km/h hasta 7 km/h.
Tasa metabólica muy alta	260	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo, trabajo con hacha, cavaído o pelado intenso, subir escaleras, caminar a una velocidad superior a 7 km/h.

T08

T08: Valores medios de la tasas metabólicas en función de la actividad desarrollada.



En el campo del diseño bioclimático y del reacondicionamiento de edificaciones, el conocimiento y la utilización de los elementos de transmisión térmica son de primera importancia y, en modo alguno, deben ser ignorados, ya que para mantener la temperatura corporal interior se debe dar un proceso de búsqueda del equilibrio entre la cantidad de calor producido y ganado por el cuerpo y el disipado hacia el ambiente gracias a los mecanismos de transferencia necesarios.

#### 2.4.4.1.7. MÉTODO DE FANGER

El Método de Fanger fue propuesto en 1973 por P.Ole. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw - Hill, 1973) para la valoración del confort térmico en espacios interiores que contempla todas las variables presentes en los intercambios térmicos persona- ambiente a partir de la información de temperatura seca del aire, humedad relativa, velocidad relativa del viento, temperatura radiante media, características de la ropa y el nivel de actividad realizado en un recinto.

Este método fue recogido por la norma ISO 7730, integrando los factores indicados y ofreciendo el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) con las condiciones térmicas del ambiente.

“El método calcula dos índices denominados Voto medio estimado (PMV- Predic-

tec Mean Vote) y porcentaje de personas insatisfechas (PPD - Predicted Percentage Dissatisfied), valores, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico a un evaluador”.<sup>19</sup>

El voto medio estimado PMV es un índice que refleja el valor de los votos emitidos mediante encuestas a un grupo numeroso de personas respecto a una escala numérica de sensación térmica de 7 niveles.

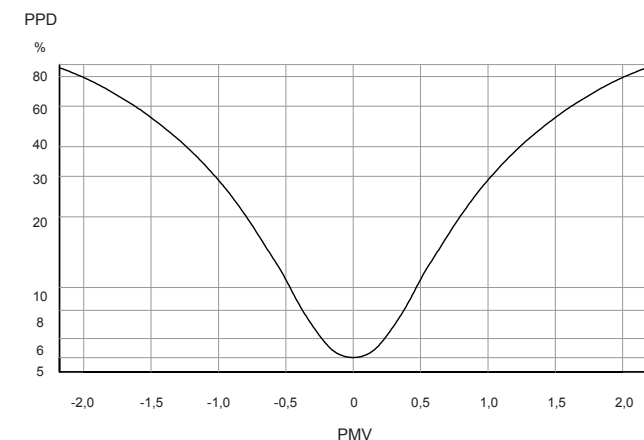
“El voto medio estimado predice el valor medio de la sensación térmica. Sin embargo, los votos individuales se distribuirán alrededor de dicho valor medio, por lo que resulta útil estimar el porcentaje de personas insatisfechas por notar demasiado frío o calor, es decir aquellas personas que considerarían la sensación térmica provocada por el entorno como desagradable”.<sup>20</sup>

#### APLICACIÓN DEL MÉTODO

“Es recomendable su aplicación para el Índice de Valoración Media (IVM) caluroso (+2) y frescos (-2). Y únicamente cuando los seis parámetros principales se encuentran dentro de los siguientes intervalos, ya que si se sobrepasan se puede dar por hecho que estamos en una situación de disconfort:

Rango de valores	Sensación térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Confort (neutro)
-1	Ligeramente frío
-2	Frío
-3	Muy Frío

T09



D02

<sup>19</sup> Encalada, Patricio. Tesis: *Estudio de desempeño y eficiencia en los edificios de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013: 23. 41.

<sup>20</sup> Universidad Politécnica de Valencia. *Fanger-Evaluación de la sensación térmica*. Internet. [www.ergonautas.upv.es](http://www.ergonautas.upv.es). Acceso: marzo, 2014.

T09: Escala de sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.  
D02: Diagrama gráfico del método de Fanger.

Actividad metabólica: (46 - 232) W/m<sup>2</sup>  
Aislamiento Térmico de la ropa: (0 - 2) clo  
Temperatura del aire: (10 - 30) °C  
Temperatura radiante media: (10 - 40) °C  
Velocidad relativa del aire: (0 - 1) m/s  
Presión parcial del vapor de agua: (0 - 2700) Pa”.<sup>21</sup>

“Para relacionar la sensación de bienestar con la respuesta biológica de las personas se emplea ecuaciones empíricas y estadísticas para determinar el porcentaje de personas insatisfechas. Con la ecuación de régimen estacionario de Fanger se manifiesta la combinación de las condiciones ambientales y de las personas que producen sensación de neutralidad térmica.

Si el desequilibrio es positivo el individuo sentirá calor y viceversa, cuanto mayor sea el valor de desequilibrio, mayor será la cantidad de personas insatisfechas”.<sup>22</sup>

El procedimiento de este método se resume los siguientes pasos:

1. Recopilación de información (*imagen 15*):

1.1. El aislamiento de la ropa.

Esta tabla permite el cálculo a través de

combinaciones habituales de ropa o mediante la selección personalizada de prendas de un trabajador. Si la tarea se desarrolla sentado, al valor del aislamiento proporcionado por la ropa se le sumará el aislamiento proporcionado por el asiento.

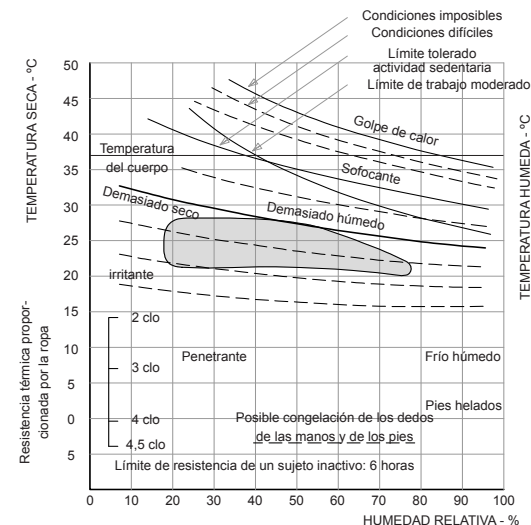
Para el cálculo del Voto Medio Estimado se necesita el valor del aislante de la ropa medido en m<sup>2</sup> K/W, para esto se aplica la siguiente conversión: 1 clo = 0,155 m<sup>2</sup> K/W (*tabla 05*).

## 1.2. La tasa metabólica.

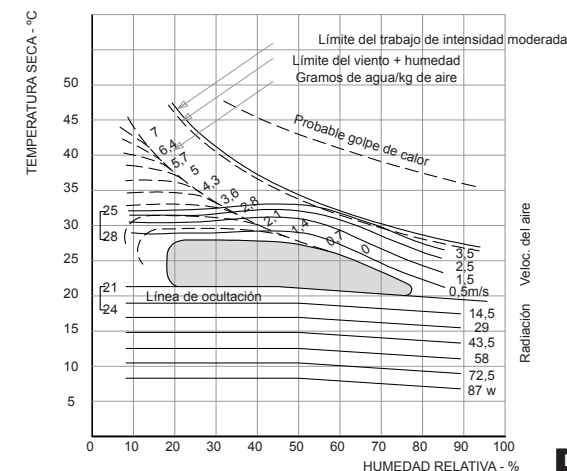
Mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea, la mayor parte de esta energía se convierte en calor, según Fanger el 25 % de la energía es aprovechada en ejecutar un trabajo, el resto se convierte en calor. (*Tabla 06*)

“El cálculo de la tasa metabólica será necesario no sólo como variable para la estimación del bienestar térmico mediante el Voto Medio Estimado, sino también para la evaluación de la carga física asociada a la tareas, al observarse una relación directa entre la dureza de la actividad desarrollada y el valor de la tasa metabólica”.<sup>23</sup>

También se puede evaluar a partir del



D03



D04

D03, D04: Aplicación gráfica del Diagrama de Olgay.

<sup>21</sup> Mondelo, Torada, Comas, Castejón y Lacambra. *Ergonomía 2, confort y estrés térmico*. Ed. UPC. Catalunya, 1995: 141.

<sup>22</sup> Rey, Francisco y Eloy Velasco. *Eficiencia Energética en Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas*. Ed. Paraninfo. España, 2006: 83.

<sup>23</sup> Universidad Politécnica de Valencia. *Fanger - Evaluación de la sensación térmica*. Internet. [www.ergonautas.upv.es](http://www.ergonautas.upv.es). Acceso: marzo, 2014.



método de la tabla 07, o a través de la actividad desarrollada de cada persona, si es necesario se aplicara la siguiente conversión: 1 met = 58,15 W/m<sup>2</sup>. (Tabla 08)

### 1.3. Características del ambiente.

Para concluir con la recopilación de datos se registrarán las características del ambiente mediante la medición o cálculo de las siguientes variables:

**1.3.1. Temperatura del aire medida en grados Celsius.** Si se dispone la medida en Kelvin se realizará la siguiente conversión:  $T(^{\circ}\text{C}) = (T(\text{K}) - 273)$

**1.3.2. Temperatura radiante media** corresponde al intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean, dicha variable deberá indicarse en grados Celsius, si se dispone la medida en Kelvin se realizará la siguiente conversión:  $T(^{\circ}\text{C}) = (T(\text{K}) - 273)$

**1.3.3. Humedad relativa medida en porcentaje (%)**

**1.3.4. Velocidad relativa del aire medida en m/s.**

## 2. Cálculo del Voto Medio estimado (PMV)

**2.1. Mediante la ecuación de confort de Fanger:**

$$PVM = [0.303 \cdot \exp(-0.036M) + 0.028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M-W) - 3.05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6.99 \cdot (M-W) - P_a] - 0.42 \cdot [(M-W) - 58,15] \\ & - 1.7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - P_a) - 0.0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3.96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}$$

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 \cdot (M-W) - t_a \cdot \left\{ 3.96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_{cl} = \begin{cases} 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} & \text{para } 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1 \sqrt{V_{ar}} \\ 12.1 \sqrt{V_{ar}} & \text{para } 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1 \sqrt{V_{ar}} \end{cases}$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1.00 + 1.290 \cdot I_{cl} & \text{para } I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2 \text{K/W} \\ 1.05 + 0.645 \cdot I_{cl} & \text{para } I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2 \text{K/W} \end{cases}$$

### 2.2. Consultando tablas normalizadas (ISO 7730)

De donde:

**M** es la tasa metabólica en W/m<sup>2</sup>.

**W** es la potencia mecánica efectiva en W/m<sup>2</sup> (puede estimarse en 0).

**I<sub>cl</sub>** es el aislamiento de la ropa en m<sup>2</sup> K/W.

**f<sub>cl</sub>** es el factor de superficie de la ropa.

**t<sub>cl</sub>** es la temperatura del aire en  $^{\circ}\text{C}$ .

**t<sub>a</sub>** es la temperatura radiante media en  $^{\circ}\text{C}$ .

**V<sub>ar</sub>** es la velocidad relativa del aire en m/s.

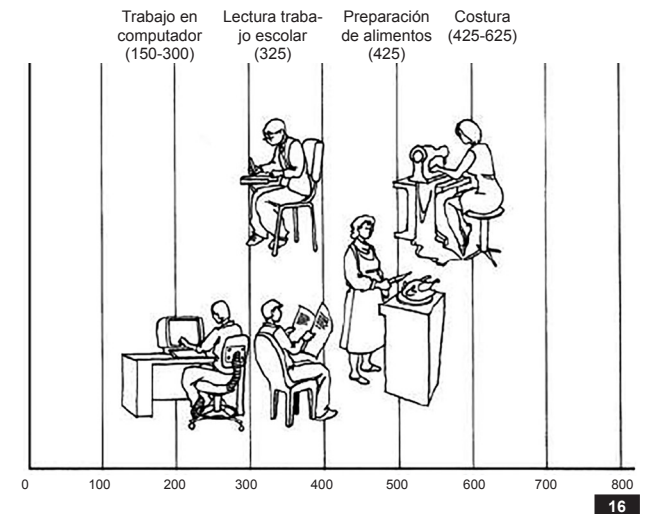
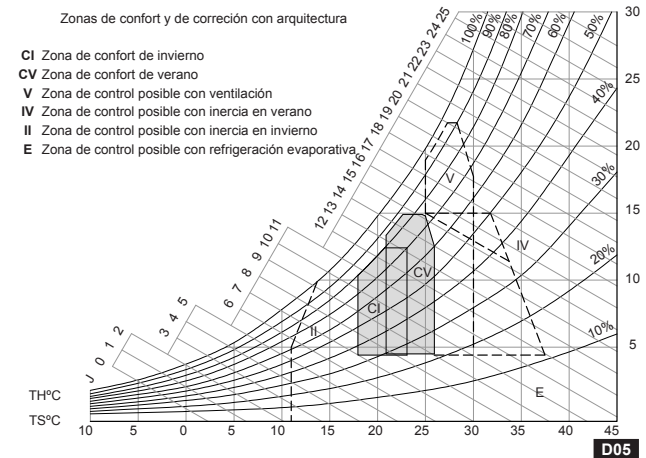
**p<sub>a</sub>** es la presión parcial del vapor de agua en Pa.

$$p_a = \frac{RH}{100} \cdot \exp \left( 16.6536 - \frac{4030.183}{t_a + 235} \right)$$

De donde:

**RH** es la humedad relativa en %.

**h<sub>c</sub>** es el coeficiente de transmisión del ca-



**D05:** Diagrama de Kruthof, relaciona la luminancia con la temperatura de color y define una zona de mayor compatibilidad entre ambas.

**16:** Confort lumínico de acuerdo a la actividad.



lor por convección en  $W/(m^2K)$ .

$t_{cl}$  es la temperatura de la superficie de la ropa en  $^{\circ}C$ .

3. Obtención de la sensación térmica global a partir del voto medio estimado (PMV) el cual se compara con la escala de 7 niveles definida por Fanger, con el fin de determinar la sensación térmica global percibida por el mayor número de trabajadores. (Tabla 09)

4. Cálculo de Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) a partir del valor PMV. Dicho índice analiza aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, y representa a las personas que consideran la sensación térmica como desagradable, demasiado fría o calurosa. (Diagrama D02)

La siguiente fórmula representa el cálculo del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD):

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0.03353 \cdot PMV^4 - 0.2179 \cdot PMV^2)$$

5. Análisis de los resultados.

“Si al aplicar el método de Fanger no se sobrepasa el 10 % de insatisfechos, es decir si el índice del Voto medio estimado esta entre  $\pm 0,50$ , se considera una situación correcta; a partir de estos valores es conveniente la intervención”.<sup>24</sup>

- Los valores del voto medio estimado (PMV) cercanos a 0 indican condiciones en las que la sensación térmica se considera neutra, lo que equivale al confort térmico.

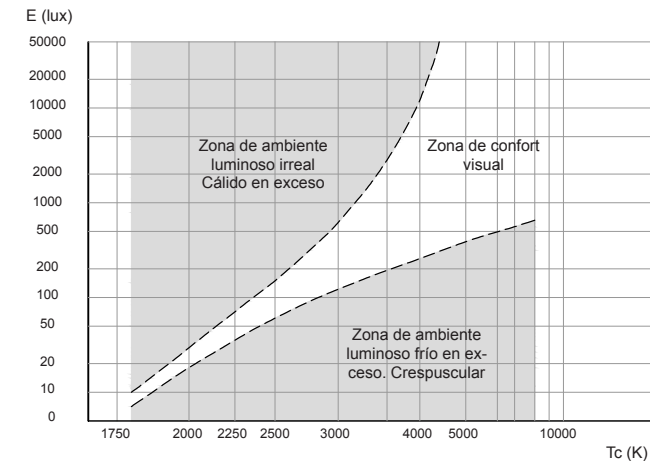
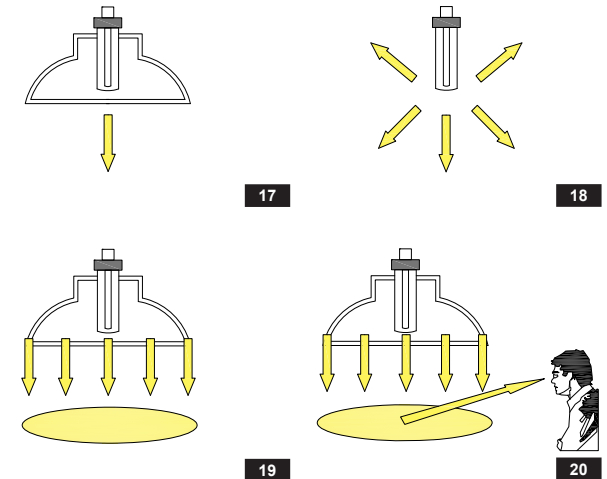
- Se recomienda la utilización del índice del voto medio estimado (PMV) para el estudio de condiciones térmicas cuyo resultado esté comprendido entre -2 (ambiente fresco) y +2 (ambiente caluroso), por tanto si el resultado obtenido excede dichos límites se deberían utilizar otros métodos de evaluación del ambiente térmico.

6. Si la situación resulta insatisfactoria proponer las correcciones oportunas de mejorar las condiciones térmicas.

7. En caso de correcciones, evaluar de nuevo la tarea con el método para comprobar su efectividad.

#### 2.4.4.1.8. DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO DE OLGAY

“Es una carta bioclimática en la cual se grafica y define la zona de confort, las variables que la afectan y los mecanismos correctores. Para esto, se señalan los valores medios de temperatura, humedad relativa, temperatura radiante,  $w$  de radiación y velocidad del viento que estarían dentro o fuera de esta zona. Para trabajar con ella se deben introducir los valores medios de los



17: Intensidad Luminosa.

18: Flujo Luminoso.

19: Iluminancia.

20: Luminancia.

D06: Diagrama de Kruithof, relaciona la iluminancia con la temperatura de color y define una zona de mayor compatibilidad entre ambas.

<sup>24</sup> Mondelo, Torada, Comas, Castejón y Lacambra. *Ergonomía 2, Confort y Estrés térmico*. Catalunya, Ed. UPC, 1995: 99.



parámetros climáticos de cada mes del año y unir con líneas para ver en que parte de la gráfica se encuentran”.<sup>25</sup>

En el *diagrama D03* se muestra en gris la zona de confort, delimitada por la temperatura del aire entre los 21 °C. y 27 °C., y la humedad relativa entre 20 y 75 %, con una zona de exclusión para el aire demasiado cálido y húmedo (sudor). Este diagrama muestra:

- Las sensaciones fisiológicas de las zonas periféricas.

- Los límites de la actividad o el riesgo en función de las condiciones de calor y humedad.

- La tolerancia a bajas temperaturas cuando se aumenta el arropamiento (unidades Clo).

El *diagrama D04* muestra el desplazamiento de la zona de confort cuando se aplican medidas correctoras del ambiente:

- Aumento de la radiación incidente o solemamiento (W absorbidos) contra el frío.

- Aumento de la velocidad del viento (m/s) contra el exceso de calor y humedad.

Niveles lumínicos para la vivienda			
Espacio	Mínima	Recomendable	Óptima
Habitación	150	200	600
Cocina	200	300	1000
Comedor	100	200	400
Estar	150	400	600
Baño	150	200	400
Lavadero y tendedero	150	300	600
Pasillo y pasos	100	150	200

T10

Venta al detalle (al por menor)				
Tipo de interior o actividad	Em lux	CUDL	Ra	Observaciones
Área de ventas, pequeña	300	22	80	
Área de ventas grande	500	22	80	
Cajas, contabilidad, mostrador	500	19	80	

T11

Oficinas				
Tipo de interior o actividad	Em lux	CUDL	Ra	Observaciones
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	80	
Escritura mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80	Para trabajar en TPV
Dibujo técnico	750	16	80	
Estación de trabajo CAD	500	19	80	Para trabajar en TPV
Salas de conferencia y reuniones	500	19	80	La iluminación debiera ser controlable (regulable)
Buró (carpeta) de recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	

T12

T10: Niveles lumínicos para vivienda.

T11: Niveles lumínicos para venta al detalle.

T12: Niveles lumínicos para oficinas.

Áreas generales de edificaciones				
Tipo de interior o actividad	Em lux	CUDL	Ra	Observaciones
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	
Escaleras, escaleras metálicas y transportadores (de personas)	150	25	40	
Rampas/andenes/patios de carga	150	25	40	
Salas de estar, cantinas, tabernas	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Locales para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Locales para atención médica	500	16	60	Tcp 4000 k, como mínimo
Cuartos técnicos (industrias), cuartos de apareamiento eléctrica	200	25	60	
Garita de posta, local del centro general de distribución	500	19	80	
Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux si están ocupados continuamente
Área de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	200 lux si están ocupados continuamente

T13

Luminancia			
Fondo de la tarea visual	3	:	1
Fondo de la tarea visual	10	:	1
Fuente de luz	20	:	1
Interior en general	40	:	1

T14

T13: Niveles lumínicos para áreas generales de edificaciones.

T14: Relación de luminancia recomendada.

<sup>25</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 15.

- Evaporación adiabática (g agua/Kg aire) contra el exceso de calor y sequedad.

Es interesante para el estudio del ambiente exterior o clima, ya que se le puede incorporar los datos de temperatura y humedad del clima de una localidad, en diferentes meses y horas del día. También es un indicativo de las medidas de modificación microclimáticas para corregir situaciones de incomodidad térmica al exterior.<sup>26</sup>

Sin embargo, este método ha recibido críticas al aplicarlo para evaluar condiciones ambientales interiores, ya que no permite evaluar en detalle el “nivel de comodidad” ni la influencia de parámetros personales como la actividad, el arropamiento o la temperatura radiante media de los cerramientos.

#### 2.4.4.1.9. ÁBACO DE GIVONI

“A partir de esta gráfica, se puede determinar la zona de confort, a partir de la cual se mantienen unos rangos climáticos en las cuales el usuario se manifiesta estar confortable térmicamente. (*Diagrama D05*)

Este ábaco permite evaluar las condiciones térmicas de un espacio en función de sus parámetros ambientales, como son:

- Temperatura del aire (Ta)

- Humedad relativa (HR)
- Velocidad del aire (V)
- Temperatura de Radiación (Tr)

Variables como edad, sexo, actividades, entre otras, no han sido consideradas por estimarse, según el autor, su poca influencia.

Además de las zonas de confort de invierno y verano, se delimitan ciertas zonas en donde las condiciones ambientales pueden ser mejoradas o corregidas con movimiento de aire, radiación, inercia térmica o refrigeración evaporativa.

La fórmula a partir de la cual Givoni desarrolla su ábaco es:

$$S=((M-V)+C+R).(1/re)$$

De donde:

**S:** Grado de sudación requerido (Kcal/h.)

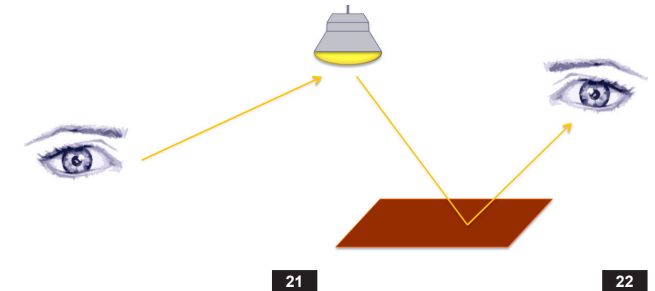
**M:** Metabolismo (Kcal/h.)

**W:** Energía metabólica transformada en trabajo mecánico (Kcal/h.)

**C:** Intercambio de calor por convección (Kcal/h.)

**R:** Intercambio de calor por radiación (kcal/h.)

**re:** Rendimiento evaporativo del sudor (sin unidad)”



Colores	Temperatura
Rojos	800 - 900 °K
Amarillo	3000 °K
Blanco	5000°K
Azul	8000 - 10000 °K
Azul brillante	60000 -100000 °K

T15

Fuentes de luz artificiales	Temperatura
Vela	2000 °K
Lámpara incandescente típica	2500 °K
Lámpara halógena	3200 - 3400 °K

T16

Fuentes de luz naturales	Temperatura
Luz natural vespertina	4000 °K
Luz de Sol directo de mediodía	5500 °K
Cielo nublado	4500 - 6500°K
Cielo despejado azul profundo	60000 - 100000°K

T17

21: Deslumbramiento directo.

22: Deslumbramiento reflejado.

T15: Temperaturas de color de un cuerpo negro.

T16: Fuentes de luz artificial.

T17:Fuentes de luz natural.

<sup>26</sup> Izard, Jean-Louis y Guyot, Alain. *Arquitectura Bioclimática*. Gustavo Gili. Barcelona, 1980.



#### 2.4.4.2. EL CONFORT LUMÍNICO Y VISUAL

“El confort lumínico se alcanza cuando es posible ver los objetos dentro de un recinto sin provocar cansancio o molestia en un ambiente de colores agradables para la personas”.<sup>27</sup>

La iluminación natural ayuda a alcanzar el confort lumínico, por la calidad de luz y por la necesidad de lograr eficiencia energética; es apropiada psicológica y fisiológicamente pero en su ausencia es necesario un aporte complementario de luz artificial, la misma que debe ofrecer confort lumínico con uso eficiente de energía. (*Imagen 16*)

“En general, la iluminación ha de garantizar:

- La comodidad visual, para que los ocupantes tengan una sensación de bienestar.
- La ejecución visual, para que los ocupantes sean capaces de realizar sus tareas visuales con rapidez y precisión, aún en circunstancias difíciles y durante largos períodos.
- La seguridad visual, para ver alrededor y detectar los peligros”.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 40.

<sup>28</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética*

Para satisfacer estos aspectos, se necesita prestar atención a todos los parámetros que contribuyen al entorno luminoso, siendo los más importantes:

Parámetros Fotométricos y Colorimétricos

- Intensidad Luminosa
- Iluminancia
- Luminancia
- Contraste
- Deslumbramiento
- Color

##### 2.4.4.2.1. PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS Y COLORIMÉTRICOS

Son los principios físicos de la luz que intervienen de modo directo sobre la percepción de la luz y sobre el bienestar visual y lumínico de los usuarios.

##### a. INTENSIDAD LUMINOSA (I)

Es la cantidad de luz que puede emitir una fuente en una determinada dirección (*imagen 17*). Suele ser medida a razón de 1 lumen/estereorradián y su unidad de medida es la candela (cd).

##### b. ILUMINANCIA (E)

Previo a la definición de iluminancia es ne-

en la Construcción del Ecuador. Quito, 2011: 36.



cesario conocer dos conceptos básicos como son:

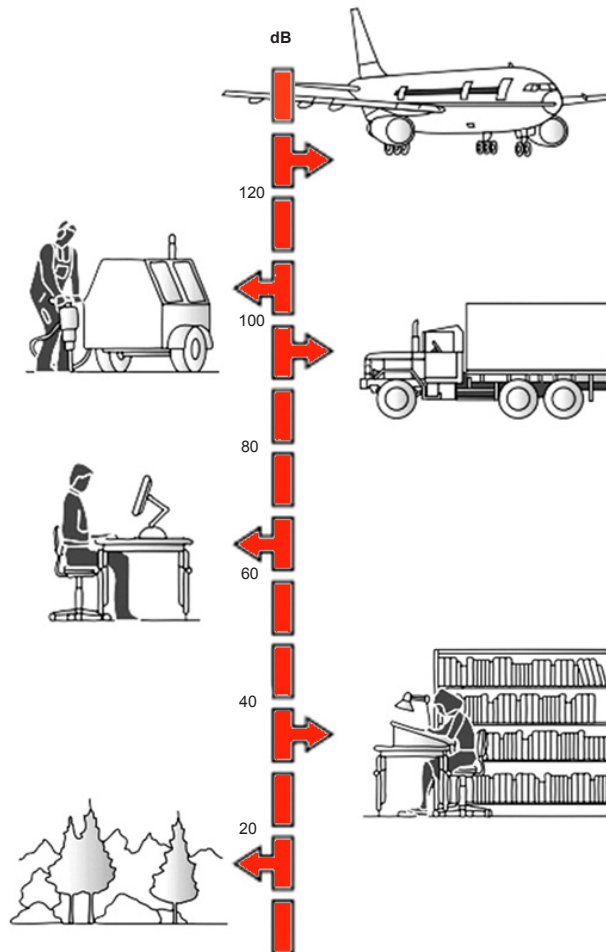
- Flujo Luminoso “es la cantidad de energía radiante visible (luz), determinada por la proporción de tiempo de su flujo. Se mide en lumens (lm)”.<sup>29</sup> (Imagen 18)

- Lux es la “unidad del sistema internacional que mide la iluminancia producida en una superficie de un metro cuadrado por un flujo luminoso de un lumen distribuido uniformemente por esa superficie”.<sup>30</sup>

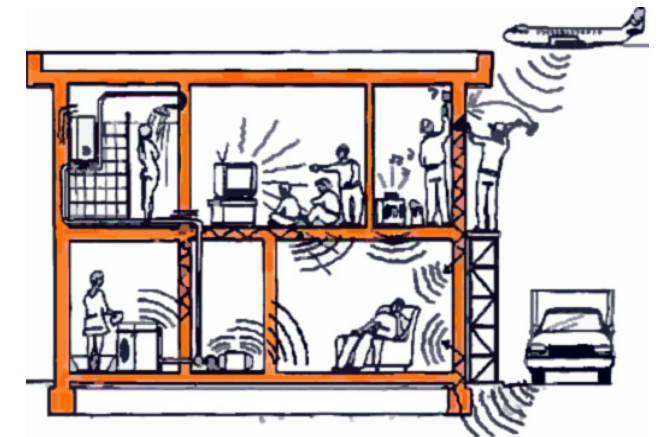
Por lo tanto la iluminancia es la cantidad de luz o flujo luminoso que incide sobre un cuerpo, indica el nivel lumínico adecuado para un espacio según el tipo de actividad que se desarrolla en dicho espacio, su unidad es el lux. (Imagen 19)(Diagrama 06)

### c. LUMINANCIA (L)

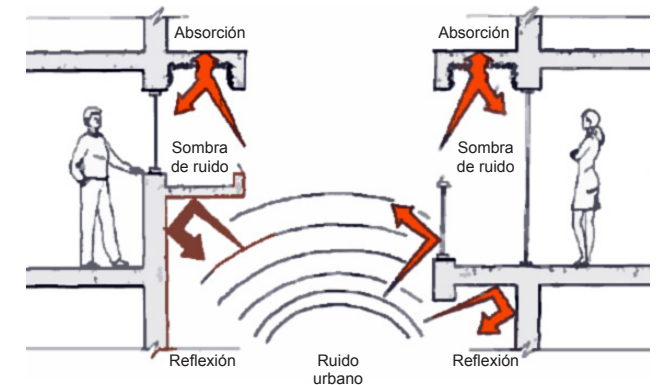
Es el flujo de luz que procede de una superficie y llega al ojo del observador su unidad viene expresada en candelas/m<sup>2</sup>. Es ésta la que percibe el ojo humano, pues no es la luz procedente de una fuente la que se percibe sino la luz reflejada por el objeto o por la superficie que lo recibe. (Imagen 20)



24: Tipos de sonidos.



25



26

<sup>29</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 131.

<sup>30</sup> *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 40.





**Luminancia directa:** Es la cantidad de luz recibida por el ojo desde la fuente de luz (lámpara, sol).

**Luminancia indirecta:** Es la cantidad de luz reflejada por una superficie u objeto que es recibida por el ojo (mesa, pared, etc.)

Para evitar cansancio en la vista se sostiene que la luminancia del objeto de trabajo siempre debe ser mayor que la de su entorno.

A continuación se muestra en las *tablas T10, T11, T12 y T13* los niveles lumínicos de los espacios que nos servirán como referente de comparación de los datos tomados en la etapa de análisis del complejo de multifamiliares del IESS.

#### d. CONTRASTE

“Es la diferencia entre la apariencia de un objeto y el de su fondo inmediato. Para garantizar el confort, el grado de contraste que puede permitirse entre distintas partes de un mismo campo visual está sujeto a ciertos límites (*tabla 14*). EL contraste puede definirse mediante la comparación de la luminancia, iluminancia o índice de reflexión de las superficies adyacentes. El índice de reflexión de las superficies influye en la cantidad y distribución de la luz (y, por tanto, en el nivel de contraste) de un espacio”.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed.

#### e. DESLUMBRAMIENTO

“Significa un contraste excesivo, causando normalmente por la introducción de una fuente de luz muy intensa en el campo visual que crea una sensación incómoda y fatigante. Para el ocupante, el efecto puede ser desde levemente molesto hasta absolutamente cegador. El deslumbramiento puede ser directo, indirecto o reflejado”.<sup>32</sup>

Podemos encontrar los siguientes tipos de deslumbramiento:

- **Deslumbramiento Directo:** Se produce cuando una fuente de luz de alta luminancia incide directamente en el campo visual. Puede deberse a una fuente de luz interior, al sol o al cielo. (*Imagen 21*)

- **Deslumbramiento Indirecto:** Ocurre cuando la luminancia de las superficies es demasiado alta.

- **Deslumbramiento Reflejado:** Se produce cuando la luz se refleja en superficies pulidas con un alto índice de reflexión. (*Imagen 22*)

#### f. COLOR

El color percibido por los ocupantes de un

Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 39.

<sup>32</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 40.

Efecto	Nivel sonoro (dB)
A este nivel sonoro se pueden crear molestias, pero el resultado es sólo psicológico. Sobre este nivel se pueden presentar efectos fisiológicos, tales como fatiga mental y corporal.	65
Muchos años de exposición a este nivel sonoro normalmente causa pérdidas auditivas permanentes.	90
Con periodos cortos de exposiciones a este nivel sonoro la agudeza auditiva puede dañarse temporalmente, y por periodos prolongados causará daños irreparables los órganos auditivos.	100
Es doloroso.	120
Causa pérdida instantánea de la audición.	150

T18

Lugar / Actividad	Nivel sonoro (dB)
Locales y recintos comerciales	70
Oficinas	60
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, bibliotecas, hoteles	50
Lugares de estar	50
Aulas de estudio	55
Hospitales y centros de salud	45
Otros lugares no estipulados anteriormente diferentes de sitios de vivienda o estar	75

T19

T18: Efecto de niveles sonoros en la audición humana dB.

T19: Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.



espacio está relacionado directamente con sus emociones, su estado anímico y sus respuestas fisiológicas y, por lo tanto, con las condiciones de confort psicológico, las cuales determinan su eficiencia, productividad, estado anímico y hasta la salud.

El color de la luz como parámetro de confort visual es analizado tomando en cuenta dos factores: la temperatura del color y el índice de rendimiento.

### LA TEMPERATURA DEL COLOR

“El color de radiación puede ser designado de acuerdo a la temperatura del emisor, es decir por su temperatura de color (TC), dada en °K. La emisión de luz de los objetos se describe en términos de temperatura de color correlacionada (TCC), es decir, la temperatura de emisión de un cuerpo negro, lo más cercano a él en apariencia”.<sup>33</sup> Los colores de la luz corresponden a las siguientes temperaturas de color de un cuerpo negro (*tabla T15*) y las temperaturas de color correlacionada de varias fuentes luminosas se pueden ver en la *tabla T16* y *T17*.

### ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COLOR

Hace referencia a la capacidad de reproducción cromática de una fuente luminosa, ha de ser tomada en cuenta, en la selección

del tipo de lámparas a utilizar en el interior. Sin embargo, la selección de la lámpara dependerá de la calidad de luz para facilitar al ojo humano la diferenciación y reconocimiento de los objetos que se están iluminando.

### 2.4.4.3. EL CONFORT ACÚSTICO

El confort acústico se alcanza cuando en un cierto recinto el nivel de ruido existente no afecta el desarrollo normal de las actividades de las personas, no provoca alteraciones al descanso, la comunicación y a la salud de ellas, es decir es un estado de satisfacción o bienestar físico y mental del ser humano en su percepción auditiva, en un momento dado y en un ambiente específico.

“El oído humano puede escuchar con claridad un sonido que tenga 10 dB. o más. Se obtendrá el confort acústico cuando el nivel del ruido ambiental no supere el máximo permitido, el que según lo señalado en la NCh 352 Of. 2000 y por la Organización Mundial de la Salud, para los recintos de una vivienda como dormitorios y sala de estar, no debe superar los 40 dB durante el día (7:00 a 21:00 horas) y a 30 dB en horario nocturno (21:00 a 7:00 horas)”.<sup>34</sup>

“Clásicamente, se distingue como tipos de ruidos, según su nivel:

Ambiente	Fuente sonora
Exteriores	Nivel dBA
Cortadora de césped a 1,50 m.	86
Calle tranquila	45
A 50 m. de tráfico denso	63
Calle ruidosa	40
Sonidos comunes a 1 m.	Nivel dBA
Conversador tranquilo	63
Conversador voz alta	78
Interiores	Nivel dBA
Sala audiovisual	94
Auditorio aplausos	88
Aula	78
Aula de cómputo	84
Gimnasio	90
Cocina	81
Laboratorio	77
Biblioteca	68
Cuarto de máquinas	88
Sala de ensayo musical	100
Área de recepción y lobby	78
Estación de radio	28
Residencia tranquila	39
Oficina privada	50
Radiograbadora	51
Tienda menudeo	55
Oficina general	64
Oficina fábrica	68
Estación trabajo industria	85
Cafetería escolar	84

T20

T20: Niveles de presión sonora en dB.

<sup>33</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 134.

<sup>34</sup> Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 42.



### - Destructores

Cuando tienen más de 95 - 100 dB. y afectan físicamente el sentido del oído de manera permanente.

### - Excitantes

Cuando tienen entre 50 - 90 dB. y 95 - 100 dB., muy molestos pero sin llegar a causar lesiones permanentes.

### - Irritantes

Para niveles inferiores, donde se produce molestia por el hecho de ser sonidos indeseados”.<sup>35</sup>

Los problemas acústicos en viviendas resultan:

- Ruido aéreo exterior.
- Ruido aéreo interior.
- Ruido de impacto en muros y pisos.
- Ruido por vibraciones en equipos.

## 2.4.4.3.1. TIPOS DE RUIDO SEGÚN LA FUENTE

### a. RUIDOS NATURALES

“Son parte de la naturaleza y normalmente aceptados, resultando molestos sólo a

exposiciones de elevada duración e intensidad. Si su intensidad no es muy elevada, en ocasiones solamente producen malestar en los primeros momentos, mientras las personas se acostumbran. Dentro de ellos se pueden incluir la voz, la lluvia, el silbido del viento, las cascadas del agua, etc.”.<sup>36</sup>

### b. RUIDOS ARTIFICIALES

“Proviene de automóviles, aviones, tranvías, motores, radios u otras causas ocasionales intermitentes. Son típicos de las ciudades, ruidos que por su intensidad y frecuencia en constante aumento, constituyen, como manifestaban ya Puppo y Puppo en 1979 “una grave enfermedad de todos los centros habitados y que hoy en día son vistos de modo preocupante por el nivel de contaminación acústica que generan”.<sup>37</sup> (Imagen 23)

Los ruidos artificiales se clasifican en:

### - Fuente de ruidos externos

Son los sonidos producidos en el exterior de la edificación que causan molestias a sus ocupantes debido a los niveles de presión sonora que suelen alcanzar.

<sup>35</sup> Serra Rafael y Coch Helena. *Arquitectura y Energía Natural*. Ed. UPC. Catalunya, 1995: 82.

<sup>36</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 26.

<sup>37</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 26.

Estos sonidos influyen en el diseño y acondicionamiento acústico de las viviendas incidiendo, en la situación y disposición de cada una de las habitaciones en la fase de diseño y en la ubicación de los cerramientos.

En casos de rehabilitación, es necesario determinar el nivel de intensidad y la frecuencia de estos sonidos para poder seleccionar las medidas de control tanto pasivas como activas. Dentro de este tipo de sonidos podemos encontrar los producidos por automóviles, aviones, trenes, construcciones, los agentes atmosféricos, etc. (*Imagen 24*)

#### - Fuente de ruidos internos

Es cuando la fuente causante del ruido se encuentra en el interior de la edificación. Los sonidos se producen por la ocupación y utilización de las edificaciones, aunque también pueden ser causados por las instalaciones y los servicios de las mismas. Si existen edificaciones continuas, estos ruidos pueden ser reflejados en puntos alejados de la fuente propiamente dicha a niveles considerables.

“En su evaluación deben distinguirse claramente las fuentes, ya que el efecto de molestia puede variar dependiendo de la posibilidad de control y del modo de utilización de la fuente, lo que afectaría la aceptación

subjetiva del ruido”.<sup>38</sup>

De acuerdo con esto, se han formulado algunas clasificaciones de ruido:

#### - Ruidos aéreos

Se propagan por el aire en algunas ocasiones, éstos pueden dar origen a los ruidos de impacto o de choque, al hacer entrar en vibración los elementos constructivos de la edificación u otros objetos (*imagen 25*). Ej.: La voz.

#### - Ruidos de impacto o de choque

Podemos encontrar tanto sonidos generados en el exterior como el interior de las edificaciones, o bien sonidos naturales o artificiales. Ej.: Vibraciones de un vidrio.

Se muestra en la *imagen 26* un esquema donde se observa algunas estrategias para aislar acústicamente del ruido aéreo exterior.

- Se usa reflexión y alta masa para evitar transmisión del ruido hacia el interior.
- Se absorbe el ruido a través de muros de gran masa con buenas propiedades de absorción al ruido.

- Sellar juntas de ventanas y puertas para

<sup>38</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 27.



evitar la transmisión del ruido por defectos de la construcción.

- El ruido exterior puede también ser absorbido en las cercanías de la fuente (barreras acústicas).

- Para eliminar el ruido en paneles divisorios livianos o estructurales se debe agregar masa, usar absorbentes acústicos en la cavidad y sellos absorbentes en las zonas de contacto del panel con muros, cielos y pisos, los que también actúan para aislar ruido de impacto.

- Instalar closet adosados a muros entre viviendas (por ejemplo entre dormitorios y entre dormitorios y otras viviendas).

- Para ruidos de impacto en pisos se utiliza elementos absorbentes (capa bituminosa o elastómera) en apoyos y cuando sea pertinente, alfombras en piso.

- Para evitar vibraciones que generalmente es un problema estructural y de instalaciones de maquinarias dentro del edificio, se arma un sistema de amortiguamiento.

- “El confort acústico en un recinto también puede ser afectado por el fenómeno de reverberación. Este fenómeno depende de la absorción acústica de la superficie interior de cada una de las soluciones constructivas y del mobiliario utilizado. Con la

presencia de tipos de superficies corrientes de una vivienda y con una ocupación normal de esta, el fenómeno de reverberación no alcanza a ser crítico”.<sup>39</sup>

#### 2.4.4.3.2. PARÁMETROS DEL CONFORT ACÚSTICO

El sonido es una alteración, que puede ser física o mecánica, y que puede ser detectada por el oído humano. Para evaluar un ambiente sonoro en función de los niveles de confort se debe considerar los siguientes parámetros:

##### a. EL TONO

El tono permite ordenar los sonidos en función de cuán graves o cuán agudos son, ya que es una cualidad que depende de la frecuencia, es decir, del número de vibraciones o de ciclos por segundo.

En las siguientes tablas se pueden observar los ruidos más frecuentes. A medida en que se incrementa la frecuencia se distingue un aumento de tono, aunque la percepción de la intensidad acústica puede ser la misma. Algunos sonidos mantienen la misma presión sonora, a pesar de tener diferentes frecuencias.

“Los sonidos normalmente percibidos en

<sup>39</sup> Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 44.

el entorno difícilmente son simples o de tono puro, pues no poseen una sola frecuencia, sino que, por el contrario, su espectro está formado por múltiples frecuencias (sonidos complejos)".<sup>40</sup>

## b. LA PRESIÓN SONORA

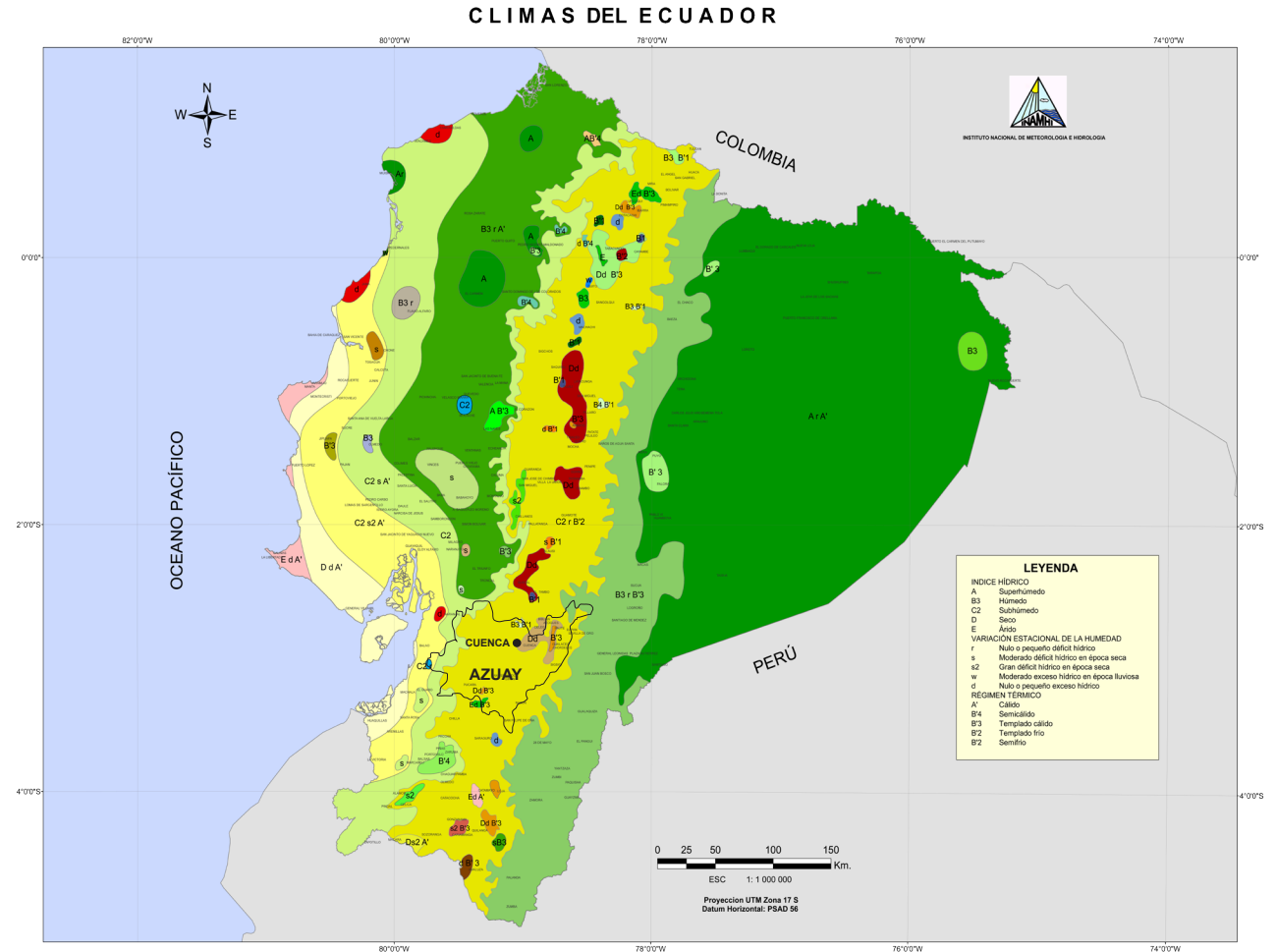
Es producto de la propagación del sonido, su unidad es el Pascal (Pa), sin embargo este parámetro no es utilizado como indicador, para analizar el comportamiento acústico de una vivienda se analiza el nivel de presión sonora, siendo su unidad de medida el decibelio (dB), este permite reducir el rango de medidas y comparar más fácilmente con la forma como el oído humano percibe los ruidos. Siendo 0 dB umbral de audición y 140 dB. umbral de dolor, provocando daños irreversibles si sobrepasa niveles superiores.

## c. LA INTENSIDAD ACÚSTICA

“La intensidad es vista como una propiedad de fenómeno acústico que determina sus condiciones de audición y que es dependiente de la amplitud de sus ondas”.<sup>41</sup> Este parámetro sirve para la evaluación de viviendas y también para generar medidas de diseño en el reacondicionamiento

<sup>40</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 24.

<sup>41</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 25.



27: Climas del Ecuador (Cuenca: subhúmedo, templado frío).



de viviendas. La intensidad acústica tiende a amortiguar el sonido dependiendo a que distancia este la fuente, y de la velocidad de transmisión del sonido, la cual varía según sea el medio por el que se transmite la onda.

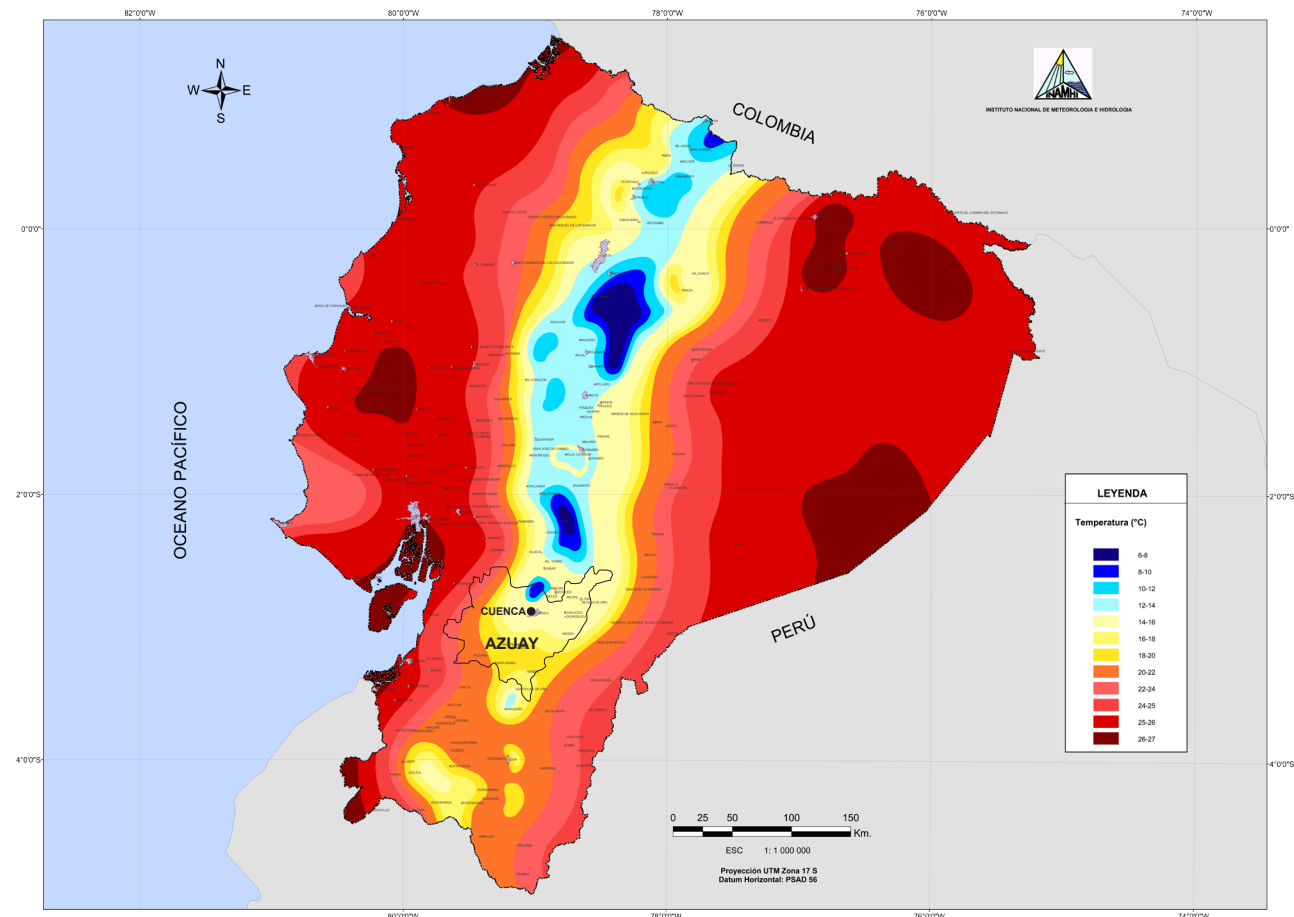
Hay que tomar en cuenta dos parámetros en el momento de diseño y construcción de una edificación el primero es el aislamiento acústico que se refiere “a los materiales usados para impedir que el ruido proveniente del exterior ingrese al recinto interno”<sup>26</sup> y el segundo se refiere al acondicionamiento acústico el cual se “refiere a la calidad superficial de los materiales interiores que hacen que el ruido propio de la actividad en el local se amplifique hasta sobrepasar los niveles de confort”.<sup>42</sup>

A continuación se muestra en la *tabla T18* los efectos de los niveles sonoros en la audición humana y los niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad en las *tablas T19* y *T20*.

#### 2.4.4.4. CONFORT OLFATIVO

“El confort olfativo se refiere únicamente al manejo de los olores, pero es necesario considerar que a través de la nariz se introducen también muchas sustancias y partícula no aromáticas que son percibidas por el sentido del olfato, pero que si lo afec-

MAPA DE TEMPERATURA MEDIA MULTIANUAL - SERIE 1965 - 1999



<sup>42</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador. Quito, 2011: 14.



tan disminuyendo su capacidad perceptiva, perjudicando a todo el sistema respiratorio, alterando la salud y consecuentemente el confort del individuo".<sup>43</sup> Si bien este tipo de confort no es tomado en cuenta, es un factor importante que se debe considerar en lugares con índice de contaminación.

Sus objetivos principales son:

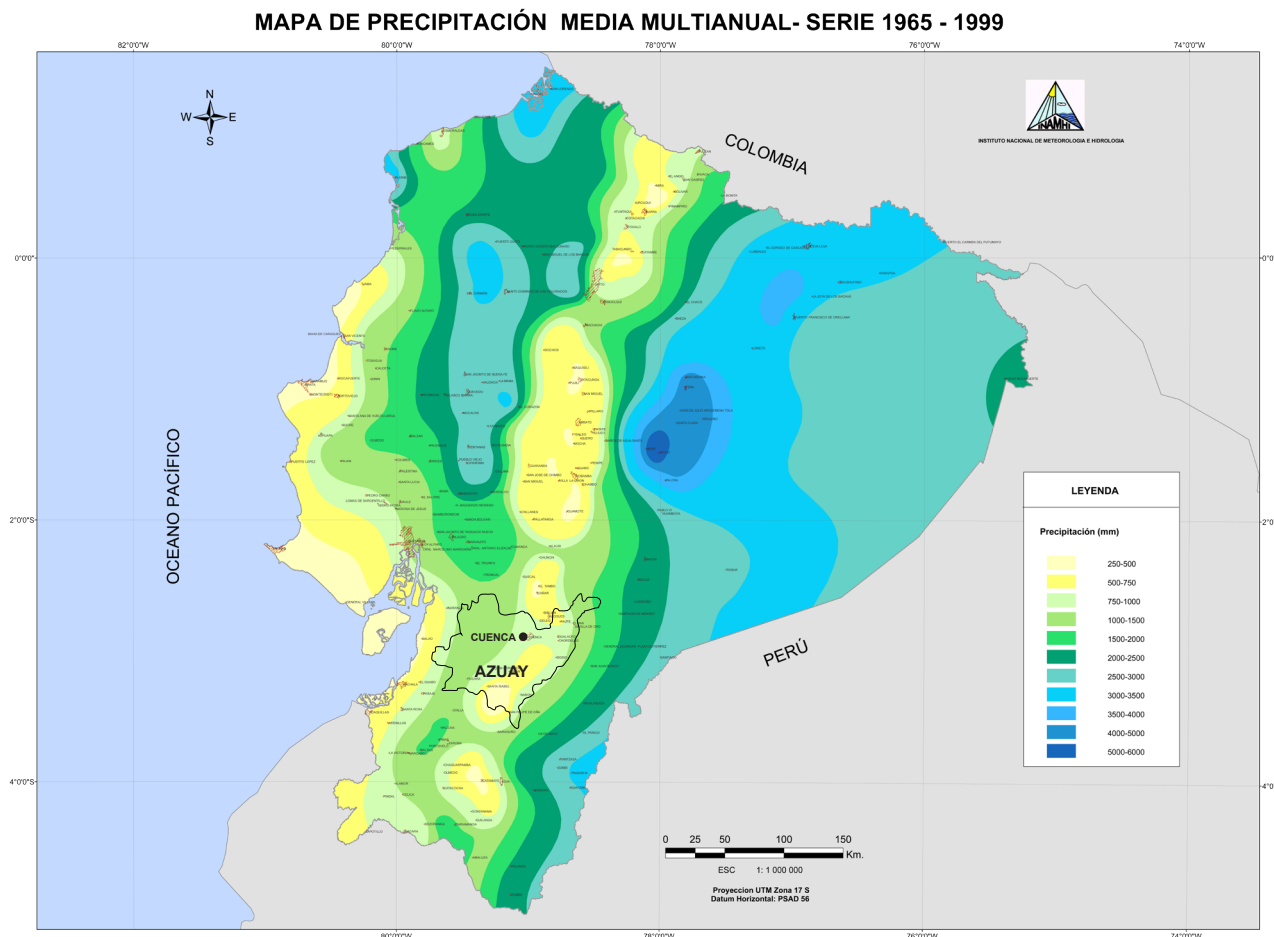
- Producir al individuo una sensación psicológica utilizando olores agradables.
- Generar estrategias para el manejo de olores desagradables.

Existen contaminantes naturales, sólidos, líquidos, etc., que se encuentran en las grandes concentraciones urbanas, además los de uso cotidiano tales como: estufas, hornos, calentadores, productos químicos de limpieza, insecticidas, solventes, detergentes y jabones, cigarros que contaminan el interior del espacio.

Para proporcionar un confort olfativo se plantea:

- Ventilación natural.
- Renovación del aire.
- Control de malos olores.
- Acopio, clasificación y desalojo de residuos.
- Extracción mecánica como última op-

<sup>43</sup> Fuentes, Victor. *Confort*: 73.



29: Precipitación Media Multianual del Ecuador (Cuenca: 750 - 1000 mm).



ción.

Las plantas son organismos vivos que son afectadas por la contaminación pero ayudan a absorber sustancias contaminantes y a producir oxígeno.

## 2.5. EL CLIMA

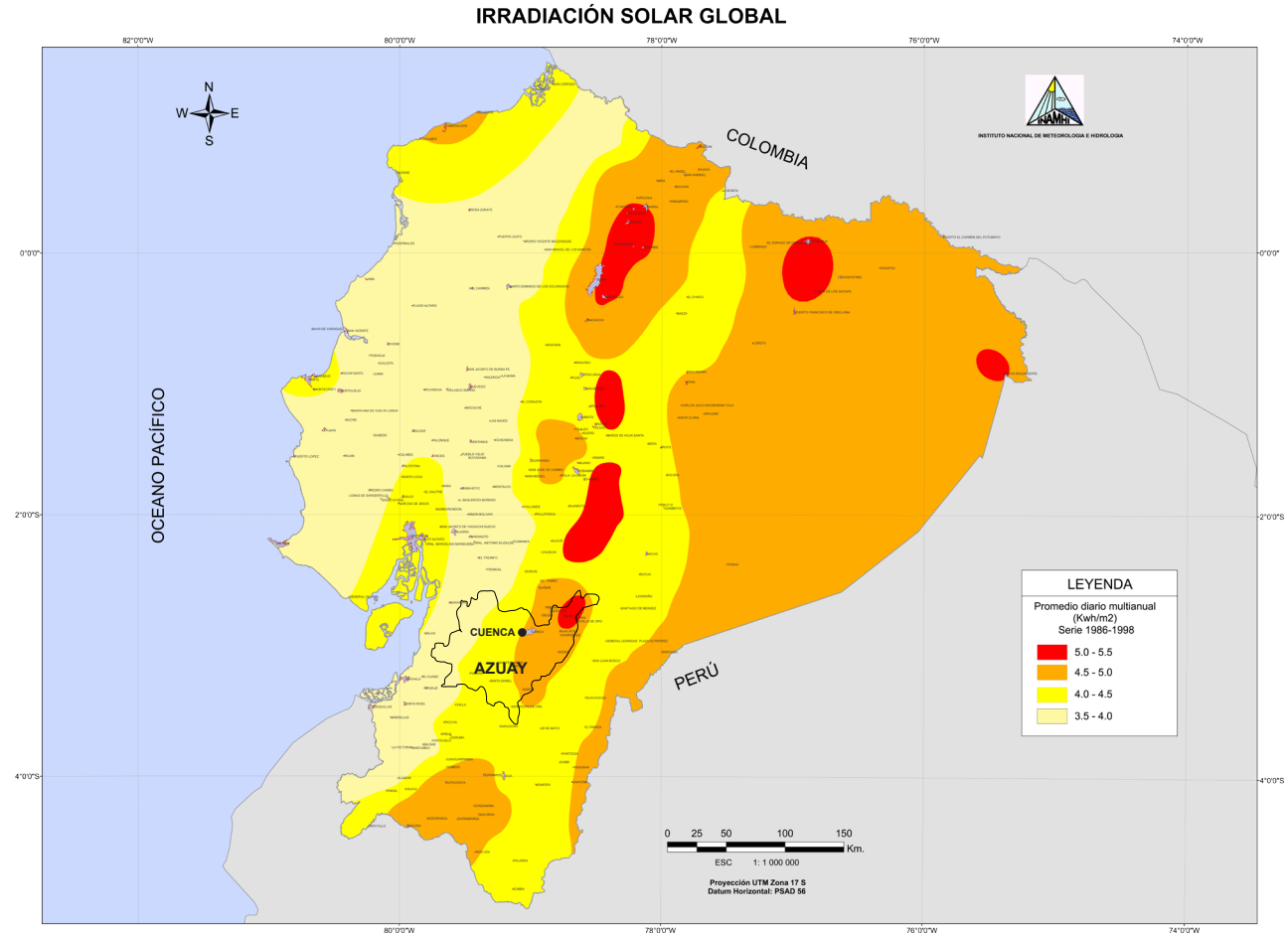
### 2.5.1. GENERALIDADES

“Se puede llamar clima al conjunto de condiciones atmosféricas, limitadas a un área determinada y con una escala temporal suficientemente grande para que sea geográficamente representativa. En la definición de climatología, se ha introducido el concepto de conjunto, ya que el clima no depende de un único factor, sino de varios en común”.<sup>44</sup>

“Las diferentes condiciones físicas que caracterizan cada uno de los estados de la atmósfera se denominan elementos climáticos, estos siempre están presentes en el clima de cualquier parte del planeta, es decir, el clima de un punto de la Tierra siempre estará determinado por todos ellos. Estos tienen la particularidad de variar en el tiempo y el espacio debido a una serie de factores, como pueden ser el relieve, la altitud y la latitud”.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Martínez de Osés, Xavier. *Meteorología Aplicada a la Navegación*. Ed. UPC. Barcelona, 2003: 77.

<sup>45</sup> Errazuriz, Cereceda, Gonzalez, Henriquez, y Rioseco. *Manual de Geografía de*



30: Irradiación Solar Global en el Ecuador (Cuenca: 4,5 - 5,0 Kwh/m²).

Los elementos del clima son las propiedades físicas de la atmósfera que están en continuo cambio debido a que se inscriben en ciclos dinámicos, donde la modificación de una variable afecta a las demás. (Imagen 27)

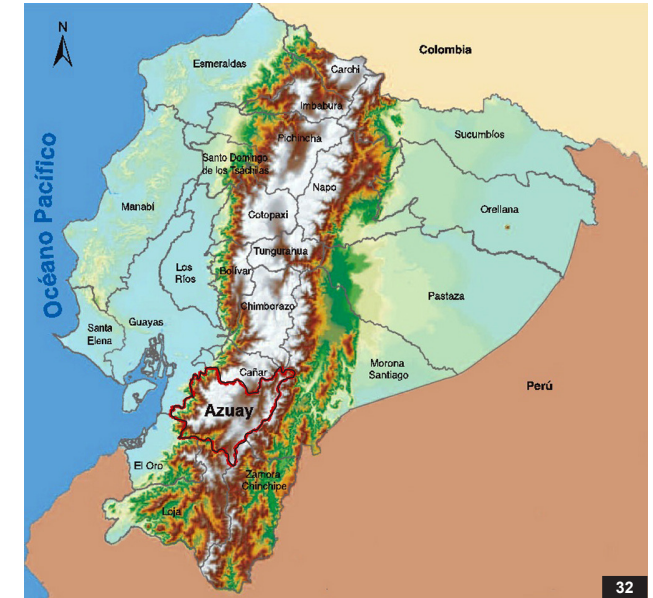
Por lo tanto los elementos determinan el clima, y los factores lo modifican. De esta manera el análisis de los elementos y factores climáticos del lugar en el que se desarrollará la propuesta, nos proporcionará información de los recursos con los que contamos, así como los obstáculos que se deberán superar para lograr la confortabilidad de las residencias de los multifamiliares de la ciudad de Cuenca.

### 2.5.2. LOS ELEMENTOS DEL CLIMA

Existe gran cantidad de elementos del clima, pero los más importantes para el análisis en el diseño arquitectónico son:

### a. TEMPERATURA

Es el grado de calor específico o energía solar retenida por el aire en un lugar y momento determinados (*imagen 28*). Además es un parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro. Se utiliza tres escalas termométricas: los grados Centígrados (generalmente utilizado), Kelvin y



**31:** División político - administrativa de Sudamérica. Modelo digital de elevaciones a nivel digital.

**32:** Regiones de Ecuador. División político - administrativa provincial. Modelo digital de elevaciones Almanaque Electrónico Ecuatoriano de 2002.



Fahrenheit, y se lo mide con el termómetro.

La temperatura depende ante todo de la radiación solar, es por ello que durante el día las temperaturas son más elevadas que en la noche.

### b. HUMEDAD

Es la cantidad de vapor de agua presente en el aire o el contenido de agua en el aire. Existen diversas escalas para medirla, expresándose como humedad relativa o humedad absoluta.

“La humedad relativa es la relación (expresada en porcentaje) de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturar a éste a una misma temperatura”.<sup>46</sup>

El aire posee la característica de retener mayor contenido de humedad a mayor temperatura. La humedad se mide con un higrómetro.

### c. PRECIPITACIÓN

Es la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre procedente de la atmósfera, en forma sólida o líquida. Se mide en milímetros de precipitación pluvial en un período determinado, en donde un milíme-

tro es un litro por metro cuadrado. Es determinante en el diseño de las cubiertas y se lo puede aprovechar para recolectar agua y destinarlo a diferentes usos. La precipitación se mide con un pluviómetro.

Una mayor temperatura origina menor presión atmosférica, ya que el aire caliente tiene menor densidad y se eleva, mientras que el aire frío tiene mayor densidad y descende. Estas diferencias de presión dan origen a los vientos, los cuales transportan la humedad y las nubes, dando origen a una desigual repartición de las lluvias sobre la tierra. (Imagen 29)

### d. VIENTO

Es el movimiento horizontal del aire de una zona de alta presión a una de baja presión (masa de aire frío a masa de aire caliente), formado por corrientes de aire producidas en la atmósfera por causas naturales. El viento posee dirección, frecuencia y velocidad. Se lo aprovecha para ventilar un lugar, es decir, como una forma de climatización. El instrumento que se usa para medir la velocidad del viento es el anemómetro.

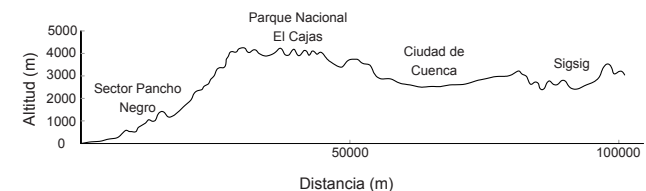
### e. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Es la presión que ejerce el aire sobre la tierra o el peso del aire por unidad de superficie, expresada en milibares. Para su medición se utiliza el barómetro. “Las diferencias



Simbología (Rango de altitud msnm.)

0 - 500	1500 - 2000	3000 - 3500
500 - 1000	2000 - 2500	3500 - 4000
1000 - 1500	2500 - 3000	4000 - 4524



<sup>46</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 19.

33: Rango de altitud de la provincia del Azuay.

34: Corte en dirección Noroeste - Sureste en la provincia del Azuay.

de presión atmosférica dependen de la temperatura del aire y de la altitud del lugar”.<sup>47</sup>

El resultado de las diferencias de presión atmosférica es lo que origina los movimientos del aire.

### f. RADIACIÓN

Es la cantidad de energía solar que alcanza una fracción de superficie terrestre en un plano horizontal. Depende de la constante solar, de la latitud, del periodo estacional, de las partículas en suspensión en la atmósfera, del albedo de la superficie terrestre y del clima (*imagen 30*). Se mide con un instrumento llamado piranómetro. Se la puede aprovechar para el calentamiento del aire o del agua.

### g. NUBOSIDAD

“La nubosidad está formada por un conjunto de partículas minúsculas de agua líquida o hielo suspendidas en la atmósfera en forma de masa, cuyo color varía según la luz solar”.<sup>48</sup>

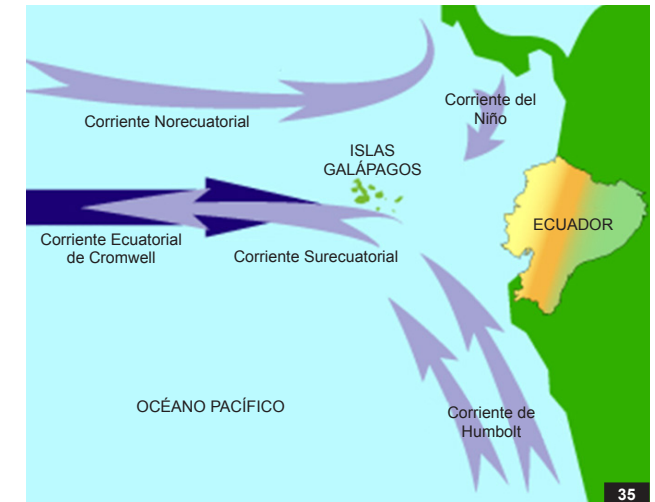
Es importante analizar las condiciones climáticas de las regiones de nuestro país, para entender la influencia que éstas tienen

sobre la zona andina, principalmente en Cuenca.

### 2.5.3. EL CLIMA EN EL ECUADOR

El Ecuador está ubicado entre las latitudes 1° 28” N (Carchi) y 5° 01” S (Zamora) y entre las longitudes 75° 11” E en la planicie Amazónica (Orellana) y 81° 01” O (Salinas). Se localiza en el centro de la zona tórrida (dividido en dos por la línea equinoccial). Se sitúa además al noroeste de América del Sur, limitando en uno de sus lados (Oeste) con el Océano Pacífico. (*Imagen 31*)

Geográficamente se encuentra atravesado por la Cordillera de los Andes, generando diferentes regiones climáticas y cambios considerables a cortas distancias. El estar ubicado “dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la zona de convergencia intertropical (ZCIT), ciertas áreas del país reciben la influencia alternativa de masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad. Se cuenta con climas tropicales y templados, regiones con características subtropicales, también se puede encontrar zonas desérticas, semi-desérticas, estepas frías y cálidas, etc.”.<sup>49</sup> Además “el factor que más contribuye a modificar el clima en nuestro país es la altitud del suelo, partiendo del nivel del mar la temperatura desciende un grado por cada 200 m de altura, nuestro clima



<sup>47</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 20.

<sup>48</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 21.

<sup>49</sup> Internet: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/> Acceso: enero, 2014.

35: Influencia de las corrientes marinas en Ecuador.





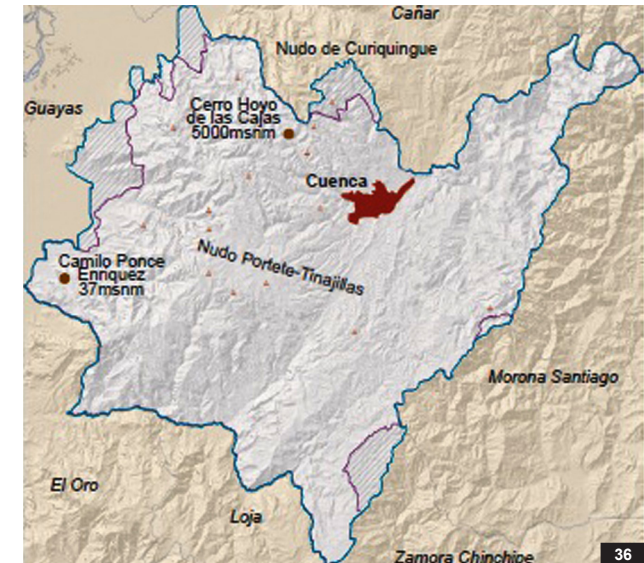
tiene una fluctuación de aproximadamente 31 grados, ya que el nivel de sus tierras va desde 0 metros al nivel del mar, hasta 6310 metros que es la máxima altura de las cumbres del Chimborazo”.<sup>50</sup>

En el Ecuador se distinguen cuatro regiones que son: Costa (oeste de país), Sierra (parte central), Oriente (este) y Región Insular a 1000 km. al Oeste del continente. (Imagen 32)

La región Costa o Litoral se encuentra al Oeste de la Cordillera de los Andes, junto a una cadena montañosa de menor altura (800 m) que se extiende de Norte a Sur y está constituida por extensas planicies aluviales. Esta zona se caracteriza por las constantes precipitaciones en forma desigual en los distintos lugares (diciembre a abril), lo cual obedece al efecto de las corrientes marinas de Humbolt que disminuyen la temperatura hasta la altura del Cabo Pasado que le corresponde por estar en la zona tórrida, así como no permite el paso de los vientos cálidos y húmedos del Pacífico, haciendo que en estas zonas las precipitaciones sean escasas, en cambio la corriente cálida de El Niño influye en el clima de esta región desde el Norte hasta el Cabo Pasado, haciéndolo más cálido, aumentando el régimen de lluvias en este sector. El clima de esta región recibe su acción térmica modificadora por su cercanía al Océano Pacífico.

La Región Interandina se ubica entre el nudo de Pasto al Norte hasta el de Loja al Sur, ocupando una franja de 600 km de largo por 100 a 120 km de ancho, la altura varía entre los 1200 y 6000 msnm. Esta Región ocupa el 27 % de la superficie total, se encuentra limitada por la Cordillera de los Andes, la cual se divide en dos sistemas: Cordillera Oriental y Occidental, separados por una llanura longitudinal dividida en varios valles por nudos transversales. La altura de estas cordilleras impide la penetración de los vientos cálidos y húmedos del Occidente y del Oriente al interior de las hoyas.

En esta región se diferencian dos tipos de masas de aire: las masas templadas caracterizadas por bajas temperaturas y contenido irregular de humedad, que se sitúan en los valles interandinos y las masas de aire frío, las cuales se asientan en las mesetas andinas y en las cimas altas de las montañas, en donde las temperaturas son menores o iguales a 0 grados y la humedad depende de la influencia de las masas de aire que recibe. Además con una influencia de masas de aire tropical marítimo que se originan en las extensiones oceánicas y se distingue por su alta temperatura y gran contenido de humedad y de las masas de aire tropical continental, originadas en las planicies del litoral y del oriente, caracterizadas por bajas temperaturas y contenidos de humedad que disminuyen o aumentan según su lugar de origen.



36: Relieve de la provincia del Azuay.

50 Internet: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/> Acceso: enero, 2014.

En las hoyas interandinas, existe una estación lluviosa separados por una corta estación seca y al estar mejor abrigadas por recibir aire marítimo continental casi totalmente descargado de humedad y porque ahí prevalecen las masas de aire templado continental, el clima es más estable y seco y el total de las precipitaciones es menor.

La región Oriental o Amazónica se extiende sobre un área de bosques húmedos tropicales y limita al occidente con la cordillera de los Andes, cuyos flancos forman una zona densamente nublada, debido a que se condensan grandes masas de vapor provenientes de la selva Amazónica, ya que es la zona en donde existe mayor vegetación, por lo que se produce mayor evaporación del suelo y de las plantas, lo que contribuye al aumento de las precipitaciones, modificando así el clima de dichas regiones.

#### 2.5.4. LOS FACTORES QUE MODIFICAN EL CLIMA

Existen diversos factores naturales que modifican el clima y no son variables.

##### a. LATITUD

Es la distancia angular entre el Ecuador y un punto determinado sobre la superficie terrestre; se mide en grados, minutos y segundos. Determina la incidencia solar sobre la tierra, es decir, la inclinación con la que

caen los rayos del sol, la diferencia de la duración del día y la noche, y el movimiento de rotación de la tierra, que generan la aparición de sistemas de vientos variables y zonas de calma. La relación que existe entre la latitud y la trayectoria solar debe considerarse para el asoleamiento de muros, ventanas y cubiertas, así como para la ubicación e inclinación de colectores solares, fotoceldas, entre otros.

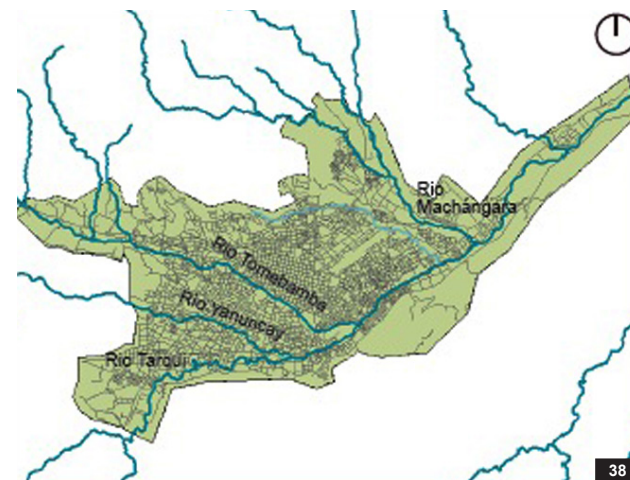
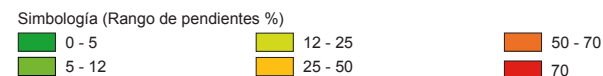
La ciudad de Cuenca se encuentra en la provincia del Azuay y tiene una latitud de  $2^{\circ} 53' 12''$  S.

##### b. LONGITUD

La longitud proporciona la ubicación de un lugar en dirección Este – Oeste considerando el meridiano  $0^{\circ}$  (meridiano de Greenwich) establecido como referencia y expresadas en medidas angulares hasta  $180^{\circ}$  E y  $180^{\circ}$  O. La ciudad de Cuenca presenta una longitud de  $79^{\circ} 09' 0''$  O.

##### c. ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (altitud)

Es la distancia vertical de un plano horizontal hasta el nivel del mar, se mide en metros sobre el nivel medio del mar (msnm.), y determina el clima de un lugar, ya que los valores de la temperatura se reducen en la medida que aumenta la altitud, recordando que éste actúa en conjunto con los otros



37: Topografía: ciudad de Cuenca y zonas aledañas  
38: Hidrografía de la ciudad de Cuenca.



factores climáticos.

Debido a la altitud y las características que le da al clima de cada región se generan los llamados “pisos climáticos”. Partiendo desde el nivel del mar, la temperatura desciende un grado por cada 200 m. de altura.

“En la provincia del Azuay se pueden encontrar alturas que llegan hasta los 4524 msnm., sin embargo el 50 % de su superficie corresponde a un rango de altitud que varía entre los 2500 a 3500 msnm, en donde la ciudad de Cuenca se halla a una altitud de 2530 msnm y las zonas aledañas al límite de la misma presentan alturas entre los 2500 a 3000 msnm”.<sup>51</sup> (Imagen 33)

Los desniveles que existen en la provincia del Azuay se pueden constatar en las imagen 34, el cual está desarrollado en dirección noroeste a sureste, iniciando en el sector de Pancho Negro (0 msnm) y atraviesa la cordillera occidental en donde se ubica el Parque Nacional Cajas, que es la zona de mayor altitud (4524 msnm).

#### d. FACTOR DE CONTINENTALIDAD

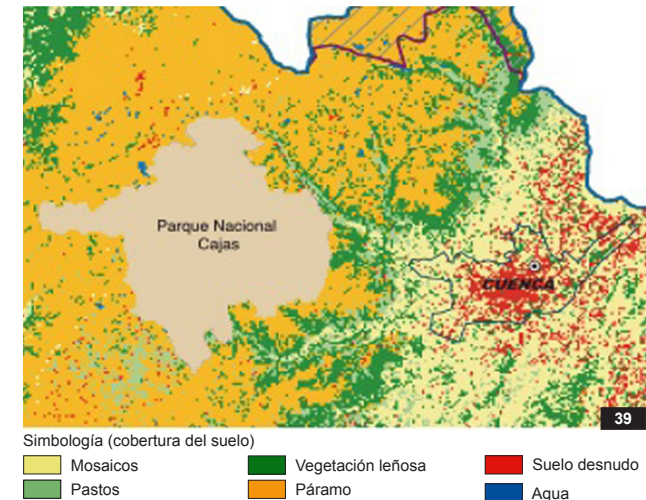
Relaciona la ubicación de un lugar en función de la presencia de masas de agua. Es un elemento regulador del clima que

condiciona las variaciones de temperatura y humedad de la edificación. Las masas de agua actúan como reguladores térmicos, enfriando el ambiente en la noche y templándolo en el día, además provocan que el contenido de humedad de ese lugar sea en ocasiones elevado. (Imagen 35)

Influye en el movimiento de las masas de aire, ya que las masas de agua tienen una gran capacidad de almacenamiento de energía, por lo que producen fenómenos climatológicos característicos como la brisa y la disminución de la oscilación térmica.

“El mar actúa como un gigante receptor de radiación solar gracias al valor elevado que tiene el calor específico del agua. Esto provoca que la oscilación térmica diaria del agua del mar se mantenga en un valor más o menos constante. A diferencia de lo anterior, la superficie terrestre se comporta a la inversa; es decir que la oscilación térmica no se mantiene constante, de día el suelo se calienta pero de noche se enfría”.<sup>52</sup>

En el caso de Cuenca, al encontrarse alejada del mar, no existe influencia de éste, sin embargo la ciudad está atravesada por cuatro ríos, no tiene mayor incidencia en el clima general, únicamente en las zonas cercanas a éstos.



<sup>51</sup> Guillén, Vanessa y Cordero, Ximena. Tesis: *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 70 - 71.

<sup>52</sup> Martínez de Osés, Xavier. *Meteorología Aplicada a la Navegación*. Ed. UPC. Barcelona, 2003: 77.



## e. OROGRAFÍA

“Puede resultar un factor de gran relevancia por su incidencia en el clima de una región, bien por la presencia de montañas que generan obstrucción o por permitir la incidencia directa de los rayos solares y del viento. Así mismo, modifica las características micro climáticas de un sitio con respecto al clima de la región donde se encuentra, si las diferencias orográficas son representativas”.<sup>53</sup>

A gran escala, los accidentes del terreno crean barreras al movimiento de las masas de aire, éstas afectan las condiciones de humedad en las colinas y montañas. También afecta la temperatura en las diferentes alturas ya que esta disminuye con la altitud. Los accidentes del terreno controlan el flujo y la distribución de la temperatura del aire formando impedimentos y canales para el movimiento.

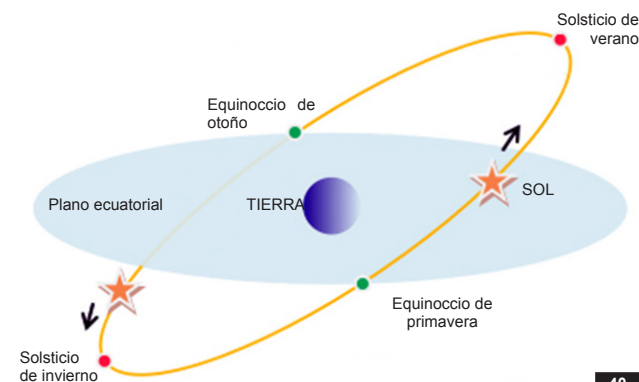
El relieve en la provincia del Azuay se caracteriza por la presencia de la cordillera de los Andes (conformada por la Occidental y la Oriental) que la atraviesa en dirección Noreste a Suroeste. “a su vez las dos cordilleras están unidas entre sí por cadenas montañosas que reciben el nombre de nudos, localizando el nudo de Curiquingue en el límite provincial entre Azuay y Cañar, y

el nudo del Portete – Tinajillas por el sur”.<sup>54</sup> (Imagen 36)

Estos nudos han dado lugar a la formación de hoyas que definen los sistemas hidrográficos como son las hoyas de Paute, Jubones y Cañar. Dentro de estas se han originado valles donde se asientan los poblados de Sigüig, Gualaceo, Paute, Yunguilla, Girón y Cuenca. El punto más alto de la provincia se encuentra en el cerro Hoyo de las Cajas cercano a 5000 msnm y el más bajo se ubica en la ciudad de Ponce Enríquez con una altura de 37 msnm.

Dentro del Azuay la orografía del territorio tiene mucha importancia en la determinación de los climas, ya que uno de los factores que provoca cambios es el relieve, por su disposición y su altitud. (Imagen 35).

En la ciudad de Cuenca se pueden distinguir tres terrazas fluviales a diferentes niveles, que corresponden a tres etapas de levantamiento, la primera, que es la más antigua, corresponde a las lomas de Culca; la segunda, el centro de la ciudad y se encuentra totalmente edificada. Veinte metros debajo de la segunda terraza, se halla la tercera, que corresponde a la zona por donde corren los ríos Tomebamba, Yanuncay y Tarqui, y es una planicie interrumpida por un cordón de colinas bajas, paralelas al río Ya-



<sup>53</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 34.

<sup>54</sup> IERSE - Universidad del Azuay. *Atlas de la provincia del Azuay*. Ed. Gráficas Hernández. Cuenca, 2007: 14.



nuncay que se extiende desde la Virgen de Bronce hasta San Joaquín.

#### f. TOPOGRAFÍA

Este factor está íntimamente relacionado con la edificación, constituyendo un elemento clave en el diseño y en su reacondicionamiento debido a su influencia sobre las condiciones climáticas, ya que las características topográficas determinarán la incidencia de los vientos, la radiación solar recibida y el porcentaje de reflexión de sus superficies.

De esta manera es capaz de modificar las condiciones micro climáticas generando una variedad de subtipos climáticos dentro de una zona geográfica.

Dentro de la provincia del Azuay, las pendientes que predominan son aquellas que se encuentran en el rango del 25 a 50 %, que cubren una superficie de 358.803,7. Ha, lo cual representa el 41,20 % de la provincia. Con respecto a la ciudad de Cuenca, la mayor parte del terreno corresponde a un rango de pendientes calificadas como débiles pues oscilan entre el 0 y el 5 %; hacia la parte Norte, Noreste y Noroeste de la ciudad existe un área considerable que presenta un rango de pendientes entre el 12 y 25 %, es decir, una topografía irregular. *(Imagen 37)*

#### g. HIDROGRAFÍA

Las cuencas hidrográficas de la provincia del Azuay desaguan tanto en el Océano Pacífico (54,90 %) como en el Océano Atlántico (45,10 %). Los ríos del valle de Cuenca convergen hacia el Oriente y son tributarios del Amazonas, siendo el río Paute perteneciente a la cuenca del Amazonas, el eje del sistema hidrográfico de la provincia del Azuay; de los ramales occidentales nacen los ríos Tomebamba y Yanuncay, que bañan a la ciudad de Cuenca. Otros ríos de importancia son: Cuenca, Gualaceo, Tarqui, Machángara, Jadán y San Francisco. *(Imagen 38)*

Cuenca se encuentra rodeada por cuatro ríos: río Tomebamba (36 km) que se formó a partir de las lagunas de origen glacial del parque Nacional el Cajas ubicadas a 30 km hacia el Oeste de la ciudad y a 4000 msnm, de igual manera el río Yanuncay (33,70 km) que nace al Sur del mismo Parque, por otra parte desde el Sur de la ciudad confluye el río Tarqui (32,80 km) que se une al río Yanuncay, el cual es afluente del río Tomebamba y posteriormente se une con el río Machángara (42,50 km) y se convierten en el río Cuenca afluente del río Paute que fluye hacia el Oriente.



## h. NATURALEZA DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

Este factor es capaz de modificar las condiciones microclimáticas generando una variedad de subtipos climáticos en una región, debido a que existe una gran posibilidad de variación en una misma zona geográfica, con respecto a los materiales que componen el suelo, la vegetación, etc.

En el caso de la vegetación de un lugar, ésta es concebida como un factor biológico del clima, es decir, que de acuerdo al tipo de plantas presentes en una región podemos determinar el tipo climático, ya que influye directamente en la temperatura y humedad, así como en la radiación solar que es recibida por la superficie terrestre y en el porcentaje de energía reflejada, además de ser considerada como una variable del lugar, puede ser utilizada como un medio para modificar las condiciones del lugar mejorando o empeorando las condiciones de las edificaciones.

En cuanto a la cobertura del suelo en la provincia del Azuay, el tipo que predomina son los páramos, con el 26,20 % de la superficie, en donde el paisaje está dominado por vegetación herbácea, también pequeños bosques de polylepis (árbol de papel o quinua). En el extremo sur de la provincia se puede encontrar una pequeña extensión de páramo arbustivo, en donde la presencia

de arbustos es notoria. Con un porcentaje importante 25,30 % también se encuentra el tipo de cobertura correspondiente a cultivos, que comprende todas las regiones rurales en donde existen pequeñas parcelas de cultivos como maíz, hortalizas, pastos, frutales, etc. El 19,70 % del territorio de la provincia se encuentra cubierto con vegetación leñosa (bosques nativos maduros o con varios grados de alteración) y el 16,90 % con pasto (vegetación herbácea destinada a la ganadería). (*Imagen 39*)

Para el caso de la ciudad de Cuenca, la mayor parte se encuentra dentro de la clasificación de suelo desnudo, zonas con escasa vegetación, pues se trata de un área urbanizada. Existe un área considerable que corresponde a zonas de cultivos, en las zonas cercanas al límite de la ciudad.

Cuenca no cuenta con áreas significativas de vegetación, por lo que no se puede hablar de vegetación que modifique el clima del lugar, pero hacia el Oeste de la provincia se puede encontrar áreas de bosques grandes e incluso zonas de protección como el Parque Nacional El Cajas.

### 2.5.5. EL MICROCLIMA

Los principales factores que influyen en el microclima del lugar son:



### **a. EL SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES**

Se debe tener en cuenta el emplazamiento de la ciudad, si está en un valle o en una ladera; así se pueden aprovechar las brisas locales que se generan entre el fondo del valle y la ladera de la montaña.

Es muy diferente actuar en edificios en el campo, debido a que el arquitecto actúa sobre el entorno del edificio, para crear condiciones microclimáticas favorables, mientras que en la ciudad existen dificultades para alcanzar condiciones microclimáticas favorables si su trazado no ha contemplado la orientación solar y eólica, la distribución y tratamiento de espacios verdes, el tráfico, el aprovechamiento del agua, y otros factores que contribuyan a su sostenibilidad.

### **b. PROXIMIDAD A ZONAS DE AGUA**

Las fuentes de agua pueden ser agradables o molestas debido a la propiedad de reflexión que ésta posee hacia la luz, la imagen y el sonido. También hace referencia al incremento del grado de humedad del ambiente, si es que la presencia del agua está a los alrededores del edificio.

### **c. ZONAS VERDES**

Las zonas verdes, próximas a los edificios atenúan las amplitudes de temperatura

debido al efecto refrescante de la evapotranspiración de las plantas. La vegetación puede actuar como un elemento que obstaculiza la entrada de la luz solar directa, además puede actuar como barrera de sonidos desagradables, por lo tanto la presencia de árboles y su sombra pueden crear un microclima muy favorable.

### **d. EL RELIEVE**

En la ciudad se reduce notablemente la velocidad del viento por rozamiento, de tal manera que si en un terreno despejado se alcanza la máxima velocidad a los 300 m. de altura en un núcleo urbano se alcanzarían a los 500 m. Por otra parte, los cambios de dirección son incontrolables en las calles de la ciudad y se crean muchas zonas de turbulencia.

### **e. TIPO DE SUELO O PAVIMENTACIÓN**

Las temperaturas del aire dentro de la ciudad pueden alcanzar fácilmente 5 °C. más que en la periferia, por la gran cantidad de radiación solar absorbida por el asfalto y el pavimento de las calles, la acumulación de calor en los edificios, la emisión de calor por los motores de los vehículos, las condensadoras de los aparatos de aire acondicionado y por el efecto invernadero de los gases que contaminan el aire del aire. Para controlar la filtración de la radiación solar en los suelos, éstos deben ser porosos y pue-



den ser acompañados de barreras naturales para obstaculizar los rayos solares .

### 2.5.6. LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE LA CIUDAD DE CUENCA

Los elementos climáticos son fenómenos que se utilizan para definir el clima característico de un lugar o una región de una superficie terrestre. “Para que tengan validez se requieren que sean datos normalizados”.<sup>55</sup>

“El análisis previo de estos elementos resulta fundamental para el diseño bioclimático, puesto que sirve para generar planteamientos capaces de resolver problemas de acondicionamiento ambiental de las viviendas o de otras edificaciones. Además permite establecer las características de la edificación en función de responder positivamente al medio ambiente y prever el posible comportamiento de la misma.”<sup>56</sup>

A continuación se realiza una recopilación de información de los parámetros climáticos (temperatura, humedad, precipitaciones y vientos) de la ciudad de Cuenca, con la información obtenida en la Estación Meteorológica del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca (CEA), quienes cuentan con un registro de nueve años (2006 - 2014), en donde encontramos

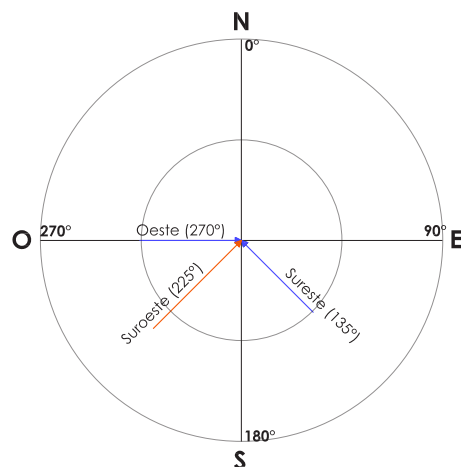
valores máximos, mínimos y promedio. Adicionalmente se ha solicitado la información durante los equinoccios<sup>57</sup> (21 de marzo y 21 de septiembre) y solsticios<sup>58</sup> (21 de junio y 21 de diciembre).

<sup>55</sup> Rodríguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 17.

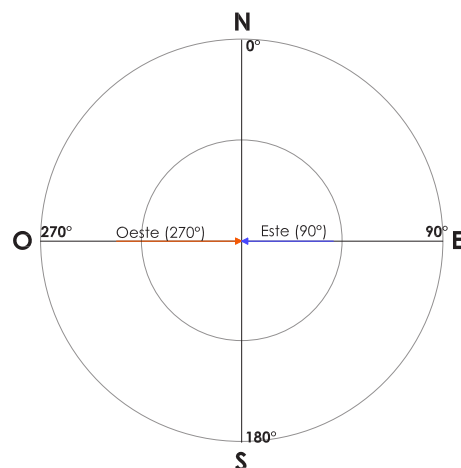
<sup>56</sup> Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 35.

<sup>57</sup> **Equinoccio:** Es el momento del año en que el sol está situado en el plano del ecuador terrestre. Ese día y para un observador en el ecuador terrestre, el sol alcanza el punto más alto en el cielo con relación al observador, que se encuentra justo sobre su cabeza (90°). Ocurre dos veces por año, épocas en que los dos polos terrestres se encuentran a una misma distancia del sol, así la luz se proyecta por igual en ambos hemisferios. (*Imagen 40*)

<sup>58</sup> **Solsticio:** Es el momento del año en los que el sol alcanza su mayor o menor altura aparente en el cielo, y la duración del día o de la noche son las máximas del año, respectivamente. Los solsticios son los momentos en los que el sol alcanza la máxima declinación norte (+23° 27') o sur (-23° 27') con respecto al ecuador terrestre. (*Imagen 40*)



41



42

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,5	62,5	31,0 (Máx)	Suroeste (225°)	47,2	4,9
Febrero	16,7 (Máx)	65,2	26,5	Suroeste (225°)	63,9	7,1
Marzo	16,5	65,9 (Máx)	27,9	Sureste (135°) y Oeste (270°)	132,4	21,3 (Máx)
Abril	16,0	65,8	25,3 (Mín)	Sureste (135°) y Oeste (270°)	143,3 (Máx)	18,8
Mayo	15,4	63,6	27,9	Sureste (135°)	48,8	7,3
Junio	15,1	63,2	27,7	Este (90°)	49,1	5,7
Julio	14,6 (Mín)	60,1	29,4	Este (90°)	15,6 (Mín)	3,3
Agosto	15,2	63,2	26,2	Este (90°)	35,8	1,6 (Mín)
Septiembre	15,1	59,5	30,4	Sureste (135°)	28,5	2,5
Octubre	16,2	55,4 (Mín)	29,8	Oeste (270°)	58,1	5,5
Noviembre	16,4	62,1	27,8	Oeste (270°)	124,4	14,7
Diciembre	16,7 (Máx)	63,1	26,7	Oeste (270°)	99,3	7,5

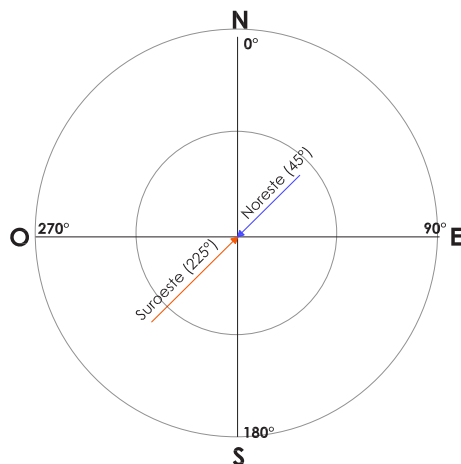
T21

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	17,1 (Máx)	62,0	28,7	Sureste (135°)	47,7	3,7
Febrero	16,2	58,3 (Mín)	31,1 (Máx)	Oeste (270°)	24,3	1,8 (Mín)
Marzo	16,0	65,1	27,6	Sureste (135°)	131,3	11,7
Abril	16,2	66,1	25,1	Sureste (135°)	173,5 (Máx)	21,8 (Máx)
Mayo	16,1	63,8	26,2	Este (90°)	47,1	4,5
Junio	13,8 (Mín)	69,4 (Máx)	22,8 (Mín)	Este (90°)	89,1	8,2
Julio	14,6	59,9	29,2	Este (90°)	20,3 (Mín)	3,7
Agosto	14,2	62,8	27,3	Este (90°) y Sureste (135°)	32,8	2,2
Septiembre	13,9	63,1	26,4	Este (90°)	28,0	2,7
Octubre	15,8	60,5	28,6	Suroeste (225°)	65,9	7,6
Noviembre	16,3	63,6	29,2	Este (90°)	92,7	15,5
Diciembre	15,9	61,4	29,1	Suroeste (225°) y Oeste (270°)	84,8	7,5

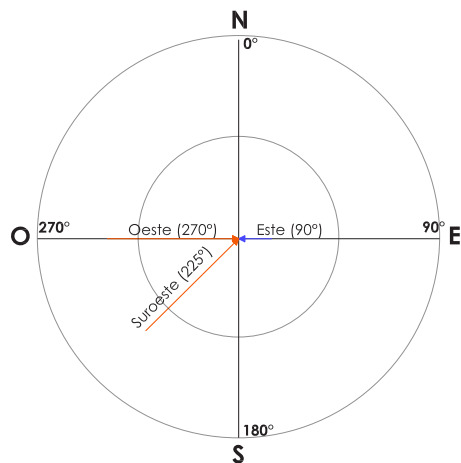
T22

41: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2006.  
 42: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2007.

T21: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2006.  
 T22: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2007.



43



44

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,5 (Máx)	62,8 (Mín)	29,3	Sureste (135°)	48,2	5,1
Febrero	15,4	67,2	27,9	Sureste (135°) y Oeste (270°)	216,3 (Máx)	21,2 (Máx)
Marzo	15,5	65,7	26,0	Oeste (270°)	138,6	17,0
Abril	15,7	65,4	26,2	Suroeste (225°)	155,4	17,3
Mayo	15,0	68,1 (Máx)	22,4	Este (90°)	136,5	16,2
Junio	14,7	64,1	24,4	Noreste (45°)	44,4	4,5
Julio	14,1	65,7	27,2	Noreste (45°)	15,0 (Mín)	1,2 (Mín)
Agosto	14,0 (Mín)	64,0	21,8 (Mín)	Noreste (45°)	28,4	2,6
Septiembre	14,4	64,4	26,8	Noreste (45°)	24,6	1,7
Octubre	16,1	65,4	26,9	Noreste (45°) y Oeste (270°)	76,6	9,1
Noviembre	15,3	64,8	26,3	Noreste (45°)	57,4	7,2
Diciembre	16,3	59,6	30,1 (Máx)	Suroeste (225°)	31,7	4,2

T23

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,0	65,1	24,5	Este (90°)	46,3	10,3
Febrero	15,8	65,3	13,8	Este (90°)	45,6	4,1
Marzo	16,4	62,5	9,5	Este (90°)	89,9	9,3
Abril	15,9	64,7	8,2 (Mín)	Este (90°)	107,0 (Máx)	9,0
Mayo	15,6	66,4	20,4	Este (90°)	68,4	6,5
Junio	15,5	65,3	19,4	Norte (0°)	80,6	14,7 (Máx)
Julio	14,9	62,8	28,7	Sureste (135°)	6,8 (Mín)	0,2 (Mín)
Agosto	14,7 (Mín)	64,5	22,5	Sureste (135°)	46,3	6,3
Septiembre	15,1	58,4	22,5	Este (90°)	12,6	1,6
Octubre	16,7	58,5	29,0	Este (90°)	32,6	4,8
Noviembre	16,6	55,8 (Mín)	32,7 (Máx)	Suroeste (225°) y Oeste (270°)	66,9	12,0
Diciembre	17,3 (Máx)	73,7 (Máx)	23,5	Oeste (270°)	66,0	6,7

T24

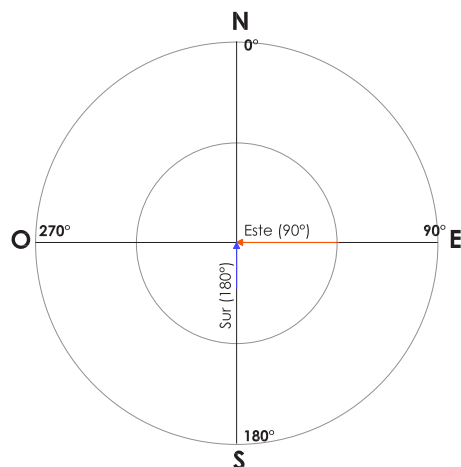
43: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2008.

44: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2009.

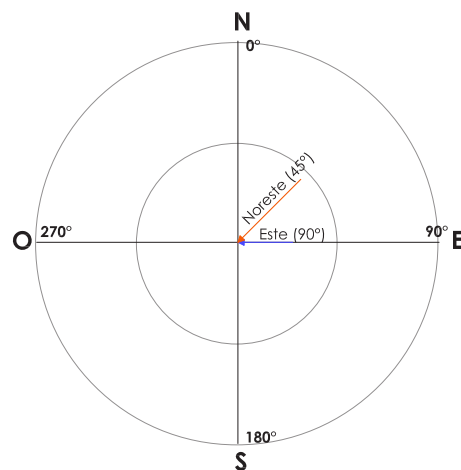
T23: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2008.

T24: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2009.





45



46

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,3	62,3	24,7	Este (90°)	52,2	6,5
Febrero	17,5 (Máx)	61,8	13,7	Sureste (135°)	121,4	16,2 (Máx)
Marzo	16,3	63,4	23,2	Oeste (270°)	77,8	9,5
Abril	17,0	63,6	13,9	Sur (180°)	123,3 (Máx)	15,3
Mayo	16,7	64,2	13,3	Noreste (45°)	89,7	9,4
Junio	14,6	66,8	12,6	Sur (180°)	73,5	12,2
Julio	15,7	65,1	11,5 (Mín)	Sur (180°)	67,5	7,4
Agosto	14,0 (Mín)	60,1	17,5	Este (90°) y Suroeste (225°)	16,9	2,1 (Mín)
Septiembre	15,2	60,3	25,2	Este (90°)	24,1	4,4
Octubre	15,8	56,8 (Mín)	15,8	Suroeste (225°) y Oeste (270°)	13,2 (Mín)	3,2
Noviembre	14,6	67,3 (Máx)	24,7	Noreste (45°) y Este (90°)	48,5	6,8
Diciembre	15,9	65,7	25,4 (Máx)	Este (90°)	92,4	12,4

T25

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,1	61,2	17,2	Norte (0°)	37,0	3,9
Febrero	15,6	63,5	20,3	Sureste (135°)	53,8	6,1
Marzo	15,2	59,7	13,6 (Mín)	Este (90°)	47,5	5,5
Abril	15,4	66,0	22,1 (Máx)	Noreste (45°)	106,8	15,2 (Máx)
Mayo	15,3	64,1	18,9	Este (90°)	59,2	5,2
Junio	15,4	64,0	19,9	Este (90°)	39,5	7,0
Julio	14,4	66,5 (Máx)	18,5	Sureste (135°) y Oeste (270°)	46,8	6,7
Agosto	15,6	62,1	17,0	Sur (180°)	32,0 (Mín)	2,7 (Mín)
Septiembre	14,1 (Mín)	66,2	18,1	Este (90°)	70,2	11,8
Octubre	15,4	56,4 (Mín)	16,4	Este (90°) y Sureste (135°)	35,7	3,8
Noviembre	16,7 (Máx)	61,5	18,0	Suroeste (225°)	143,3 (Máx)	13,1
Diciembre	15,8	63,7	20,4	Este (90°)	88,6	11,5

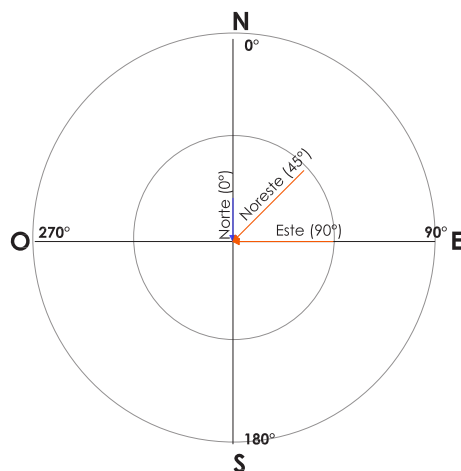
T26

45: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2010.

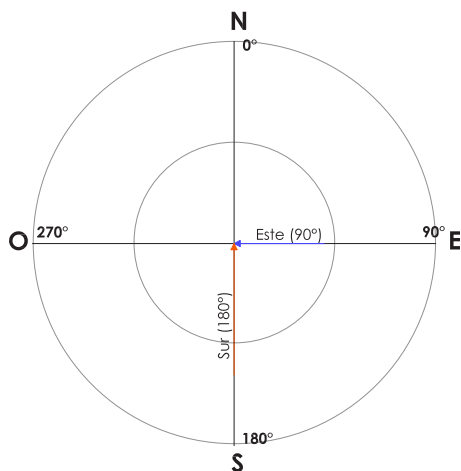
46: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2011.

T25: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2010

T26: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2011



47



48

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	17,0 (Máx)	67,3 (Máx)	14,5	Este (90°)	143,1	10,7
Febrero	15,3	64,3	17,0	Este (90°)	163,5 (Máx)	22,7 (Máx)
Marzo	15,8	63,5	19,2	Sureste (135°) y Sur (180°)	118,1	13,1
Abril	16,6	56,6	17,0	Sur (180°)	104,2	13,1
Mayo	16,6	62,5	15,7	Sureste (135°)	19,7	2,0
Junio	16,9	57,8	24,8 (Máx)	Noreste (45°) y Este (90°)	17,8	2,2
Julio	14,7	59,2	24,0	Sureste (135°)	6,9	2,6
Agosto	13,6 (Mín)	51,5 (Mín)	16,9	Suroeste (225°)	1,8 (Mín)	0,1 (Mín)
Septiembre	15,6	55,4	15,7	Sureste (135°)	18,4	2,2
Octubre	15,7	57,6	15,4	Este (90°)	82,3	1,7
Noviembre	16,4	55,8	12,5	Norte (0°)	59,8	5,6
Diciembre	16,6	59,4	10,7 (Mín)	Norte (0°)	44,9	6,6

T27

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	16,7	62,6	29,2	Este (90°)	43,0	6,1
Febrero	16,3	65,0 (Máx)	22,5	Norte (0°)	67,3	6,7
Marzo	17,1 (Máx)	62,8	23,2	Este (90°)	58,6	8,0
Abril	16,1	59,7	25,5	Este (90°)	5,9 (Mín)	1,4
Mayo	16,6	63,2	22,3 (Mín)	Este (90°)	135,7	20,8 (Máx)
Junio	15,7	61,8	28,3	Este (90°)	29,6	3,4
Julio	14,8 (Mín)	62,0	29,9	Noreste (45°)	30,9	9,0
Agosto	14,8 (Mín)	61,0	25,5	Este (90°)	50,0	8,5
Septiembre	14,8 (Mín)	59,8	28,3	Este (90°)	15,1	2,5
Octubre	16,5	60,2	29,0	Este (90°)	143,0 (Máx)	20,3
Noviembre	16,5	52,5 (Mín)	32,5 (Máx)	Sur (180°)	13,0	1,3 (Mín)
Diciembre	17,0	57,0	30,9	Este (90°) y Sur (180°)	20,1	4,3

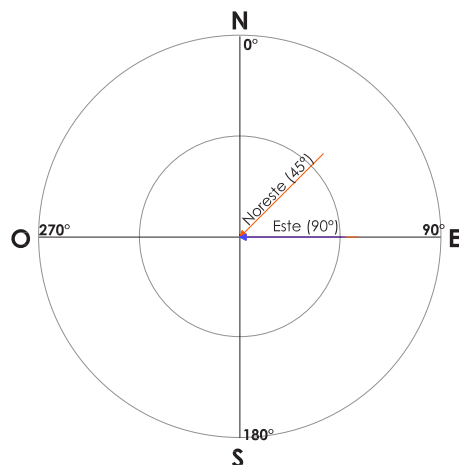
T28

47: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2012.

48: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2013.

T27: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2012

T28: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2013



49

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Enero	17,3	58,6 (Mín)	29,4 (Máx)	Noreste (45°) y Este (90°)	64,1	6,7
Febrero	17,4 (Máx)	58,7	28,9	Este(90°)	40,4 (Mín)	4,5 (Mín)
Marzo	16,8	62,5	27,7	Este (90°)	93,5 (Máx)	15,4
Abril	16,2 (Mín)	63,4 (Máx)	26,3 (Mín)	Este (90°)	89,6	16,7 (Máx)

T29

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	17,0 (Máx)	66,5	31,0	Sureste (135°)	0,0	0,0
Junio	15,0 (Mín)	67,0	26,0 (Mín)	Este (90°)	0,0	0,0
Septiembre	15,5	53,0 (Mín)	35,0	Sureste (135°)	0,0	0,0
Diciembre	16,5	69,0 (Máx)	39,0 (Máx)	Oeste (270°)	60,5	20,1

T30

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	18,0 (Máx)	61,0	29,0 (Máx)	Sureste (135°)	38,6	19,1
Junio	13,0 (Mín)	80,0 (Máx)	21,0	Sur (180°)	57,2 (Máx)	20,3 (Máx)
Septiembre	14,0	59,0 (Mín)	23,0	Este (90°)	0,0	0,0
Diciembre	16,5	65,5	19,0 (Mín)	Este (90°)	0,0	0,0

T31

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	15,5	67,5 (Máx)	23,0 (Mín)	Sureste (135°)	0,0	0,0
Junio	16,5 (Máx)	63,5	27,0	Suroeste(225°)	16,0 (Máx)	10,9
Septiembre	13,5 (Mín)	63,5	26,0	Noreste (45°)	1,8	0,0
Diciembre	15,5	51,0 (Mín)	34,0 (Máx)	Suroeste(225°)	0,0	0,0

T32

T29: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante el año 2014

T30: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2006.

T31: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2007.

T32: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2008.

49: Esquema de la dirección de los vientos predominantes durante el año 2014.



Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	17,0	65,5	6,0 (Mín)	Suroeste(225°)	39,1 (Máx)	17,0 (Máx)
Junio	14,5 (Mín)	68,5	27,0	Sureste (135°)	0,3 (Mín)	0,5 (Mín)
Septiembre	17,0	62,0 (Mín)	31,0 (Máx)	Sureste (135°)	0,0	0,0
Diciembre	18,0 (Máx)	86,0 (Máx)	15,0	Oeste (270°)	18,3	1,8

T33

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	18,0 (Máx)	57,0	12,0	Este (90°)	0,0	0,0
Junio	13,5 (Mín)	70,0	2,0 (Mín)	Sur (180°)	9,7	1,0
Septiembre	15,0	55,0 (Mín)	47,0 (Máx)	Este (90°)	0,0	0,0
Diciembre	15,5	73,5 (Máx)	21,0	Oeste (270°)	67,8 (Máx)	12,4 (Máx)

T34

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	17,0 (Máx)	60,0	8,0 (Mín)	Este (90°)	0,0	0,0
Junio	13,5 (Mín)	62,5	21,0 (Máx)	Sureste (135°)	0,0	0,0
Septiembre	15,5	58,5 (Mín)	15,0	Sureste (135°)	0,0	0,0
Diciembre	15,5	68,0 (Máx)	18,0	Oeste (270°)	24,4	5,8

T35

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	17,0	63,5 (Máx)	18,0	Sur (180°)	19,6 (Máx)	7,1 (Máx)
Junio	18,0 (Máx)	57,0	28,0 (Máx)	Noreste (45°)	0,0	0,0
Septiembre	16,5 (Mín)	51,5 (Mín)	8,0 (Mín)	Noreste (45°)	10,7	1,8
Diciembre	17,5	56,5	26,0	Este (90°)	0,0	0,0

T36

**T33:** Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2009.

**T34:** Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2010.

**T35:** Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2011.

**T36:** Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2012.



## 2.6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información proporcionada por el CEA; el clima de Cuenca presenta variaciones durante todo año con cambios importantes de temperatura en el transcurso del día, lo que se conoce con el nombre de salto térmico, sin olvidar mencionar variaciones en la humedad, el viento y la precipitación, por lo que se deberá tomar en cuenta todos estos elementos o parámetros ambientales en el momento de realizar la propuesta.

Al analizar los cuadros de datos climáticos podemos observar que los meses de diciembre, enero y febrero, son los meses con mayor temperatura, mientras que los meses de junio, julio y agosto son los de menor temperatura, con mínimas variaciones en algunos años. Los vientos predominantes en la ciudad tienen una dirección predominante sureste, también con ciertas variaciones anuales.

Esta información proporcionada nos servirá como un primer registro de aproximación al clima de Cuenca en el cual vamos a proponer el anteproyecto de intervención, pero antes de ello también se necesitará realizar un registro personal con instrumentos propios de los parámetros climáticos en el complejo de multifamiliares del IESS, tanto al interior de los departamentos, así como al exterior de los mismos y alrededores del

complejo.

Este análisis preliminar nos da una idea del tipo de intervención que se realizará en el edificio seleccionado, así como los diferentes materiales y tecnologías constructivas que se propondrán y que se detallan en el siguiente capítulo.

Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	16,50	59,00 (Máx)	32,0 (Mín)	Suroeste (225°)	0,0	0,0
Junio	14,00 (Mín)	63,00	34,0	Este (90°)	0,0	0,0
Septiembre	14,0 (Mín)	58,50	0,0	Norte (0°)	0,0	0,0
Diciembre	17,0 (Máx)	57,50 (Mín)	39,0 (Máx)	Suroeste (225°)	0,0	0,0

T37

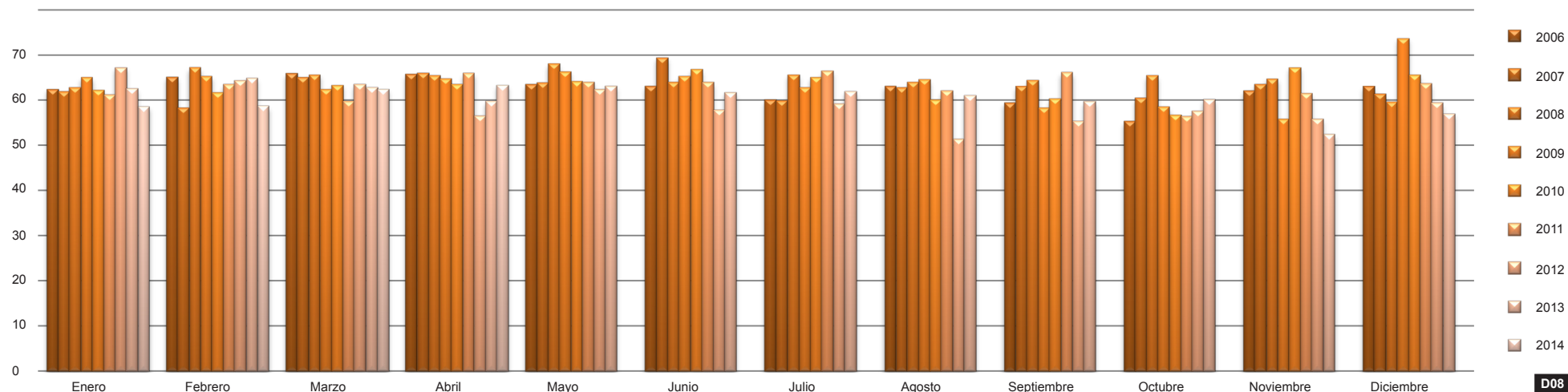
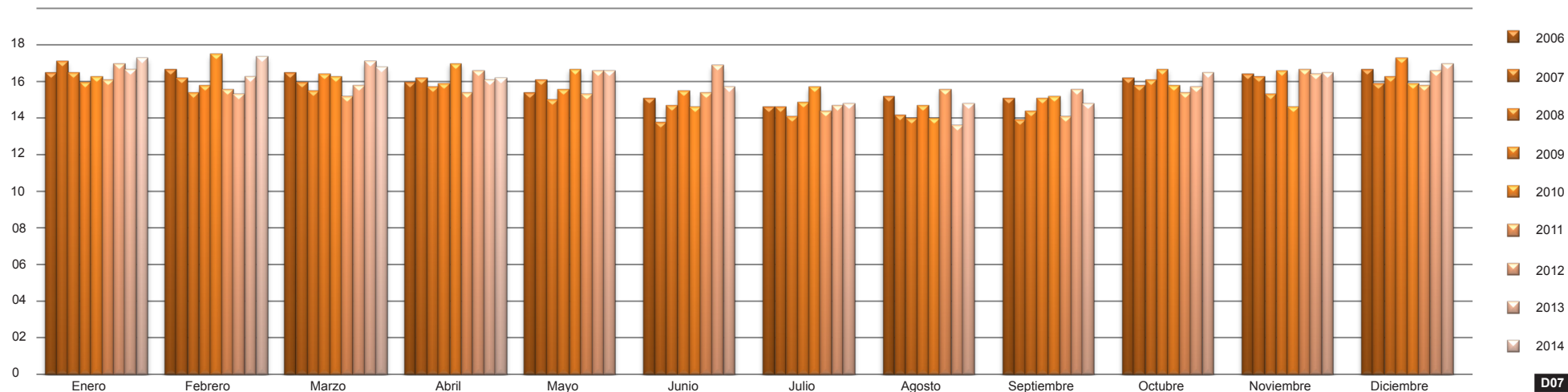
Mes	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Media (%)	Velocidad del Viento Media (Km/h)	Dirección predominante del viento	Precipitación (mm mes)	Precipitación Media (mm/h)
Marzo	15,50	69,00	26,00	Este (90°)	0,80	0,80

T38

T37: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2013.

T38: Parámetros registrados por la estación meteorológica durante los solsticios y equinoccios en los meses marzo, junio, septiembre y diciembre en el año 2014.





D07: Comparación y resumen de temperatura en Cuenca durante los últimos 9 años.  
D08: Comparación y resumen de humedad en Cuenca durante los últimos 9 años.



## 2.7. BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO

### 2.7.1. TESIS

- Guillén, Vanessa y Cordero, Ximena. Tesis: *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012.

- Encalada, Patricio. Tesis: *Estudio de desempeño y eficiencia en los edificios de la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013.

- Baquero, María Teresa. Tesis: *Diseño bioclimático de viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013.

- Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003.

- Barrera, Oswaldo. Tesis doctoral: *Introducción a una arquitectura bioclimática para los andes ecuatoriales*. Cataluña, 2005.

### 2.7.2. LIBROS

- Olgyay, Victor. *Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2010.

- Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda*

*social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009.

- Yáñez, Guillermo. *Arquitectura solar e iluminación natural*. Editorial Munilla - Lería. Madrid, 2008.

- Meza, Parra, Bardi, Rosas, Yáñez y Burgos. *Reacondicionamiento térmico de viviendas en uso*. Ed. Exacta. Chile, 2010: 29.

- *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007.

- Mondelo, Torada, Comas, Castejón y Lacambra. *Ergonomía 2, confort y estrés térmico*. Ed. UPC. Catalunya, 1995.

- Rey, Francisco y Eloy Velasco. *Eficiencia Energética en Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas*. Ed. Paraninfo. España, 2006.

- Izard, Jean-Louis y Guyot, Alain. *Arquitectura Bioclimática*. Gustavo Gili. Barcelona, 1980.

- Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador*. Quito, 2011.

- Serra Rafael y Coch Helena. *Arquitectura y Energía Natural*. Ed. UPC. Catalunya, 1995.



- Fuentes, Victor. *Confort*.

- Martínez de Osés, Xavier. *Meteorología Aplicada a la Navegación*. Ed. UPC. Barcelona, 2003.

- Errazurriz, Cereceda, Gonzalez, Henriquez, y Rioseco. *Manual de Geografía de Chile*. Ed. Andrés Bello. Chile, 1987: 45.

- Rodriguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001.

- IERSE - Universidad del Azuay. *Atlas de la provincia del Azuay*. Ed. Gráficas Hernández. Cuenca, 2007.

### 2.7.3. PÁGINAS DE INTERNET

- Universidad Politécnica de Valencia. *Fanger-Evaluación de la sensación térmica*. Internet: <http://www.ergonautas.upv.es>. Acceso: febrero, 2014.

- INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Internet: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>. Acceso: enero, 2014

### 2.7.4. CRÉDITO DE IMÁGENES

**01.** Fuente: <http://www.myklogica.es/2013/01/empresa-3-0-factor-humano-y-sostenibilidad-claves-para-salir-reforzados->

[de-la-crisis/#sthash.gPzqIFEl.dpbs](http://www.myklogica.es/2013/01/empresa-3-0-factor-humano-y-sostenibilidad-claves-para-salir-reforzados-de-la-crisis/#sthash.gPzqIFEl.dpbs). Acceso: febrero, 2014.

**02.** Fuente: Peel, M. C., Finlayson, B. L., and McMahon, T. A.

**03, 04.** Fuente: <http://arquitecturageralararquitek.blogspot.com/2012/03/estrategias-bioclimaticas.html>. Acceso: febrero, 2014.

**05.** Fuente: Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 36.

**06.** Fuente: Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 35.

**07.** Fuente: Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 36.

**08.** Fuente: Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 37.

**09 - 11.** Fuente: <http://rafaelmoreno-cumbiasargentinas.blogspot.com/2011/06/transferencia-de-calor-transferencia-de.html>. Acceso: febrero, 2014.



**12.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 04. Dibujo: autores.

**13.** Fuente: Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 38.

**14.** Fuente: Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 37.

**15.** Fuente: *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 38. Dibujo: Autores.

**16.** Fuente: Bustamante; Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 40.

**17 - 20.** Fuente: Autores.

**21, 22.** Fuente: <http://grlum.dpe.upc.edu/manual/diseñoProyecto-requisitosDiseno.php>. Acceso: febrero, 2014.

**23.** Fuente: Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*.

Barcelona, 2003: 22.

**24.** Fuente: <http://www.airalia.es/blog/ruido-en-a-paratos-climatizadores/>. Acceso: febrero, 2014.

**25, 26.** Fuente: Bustamante, Waldo. *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Grafhika Copy Center Ltda. Chile, 2009: 42.

**27 - 30.** Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>. Acceso: marzo, 2014.

**31 - 33.** Fuente: IERSE - Universidad del Azuay. *Atlas de la provincia del Azuay*. Ed. Gráficas Hernández. Cuenca, 2007.

**34.** Fuente: IERSE - Universidad del Azuay. *Atlas de la provincia del Azuay*. Ed. Gráficas Hernández. Cuenca, 2007. Dibujo: Autores

**35.** Fuente: <http://www.galapagospacificdiving.com/corrientes.html>. Acceso: marzo, 2014.

**36 - 39.** Fuente: IERSE - Universidad del Azuay. *Atlas de la provincia del Azuay*. Ed. Gráficas Hernández. Cuenca, 2007.

**40.** Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Equinoccio#mediaviewer/File:Equinoxes-solstice-ES.svg>. Acceso: marzo, 2014.



41 - 49. Autores.

### 2.7.5. CRÉDITO DE DIAGRAMAS

**D01.** Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC - 11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador*. Quito, 2011: 39.

**D02.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 13.

**D03, D04.** Fuente: Izard, Jean-Louis y Guyot, Alain. *Arquitectura Bioclimática*. Gustavo Gili, Barcelona, 1980.

**D05.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 14.

**D06.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 18.

**D07, D08.** Dibujo: Autores

### 2.7.6. CRÉDITO DE TABLAS

**T01.** Fuente: Barrera, Oswaldo. Tesis doctoral: *Introducción a una arquitectura bioclimática para los andes ecuatoriales*.

Cataluña, 2005.

**T02.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 03. Elaboración: Autores.

**T03.** Fuente: Barrera, Oswaldo. Tesis doctoral: *Introducción a una arquitectura bioclimática para los andes ecuatoriales*. Cataluña, 2005. Elaboración: Autores.

**T04.** Fuente: *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 2007: 39. Elaboración: Autores.

**T05 - T08.** Universidad Politécnica de Valencia. *Fanger-Evaluación de la sensación térmica*. Internet. [www.ergonautas.upv.es](http://www.ergonautas.upv.es). Acceso: enero 2014. Elaboración: Autores.

**T09.** Fuente: Soto, Jesús. *Fanger Une en Iso 7730 Rite*. Hoy. Cuenca, 2014. Elaboración: Autores.

**T10.** Fuente: Siamancas, Katia. Tesis doctoral: *Reacondiciamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*. Barcelona, 2003: 19. Elaboración: Autores.

**T11 - T13.** Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficien-*





*cia Energética en la Construcción del Ecuador*. Quito, 2011: 41. Elaboración: Autores.

**T14.** Fuente: *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 40. Elaboración: Autores.

**T15 - T17.** Rodriguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 134. Elaboración: Autores.

**T18.** Rodriguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 188. Elaboración: Autores.

**T19.** Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. Capítulo 13. *Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador*. Quito, 2011: 14. Elaboración: Autores.

**T20.** Rodriguez, Manuel. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa S.A. México, 2001: 187. Elaboración: Autores.

**T21 - T39.** Estación Meteorológica del Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca (CEA). Acceso: 2014. Elaboración: Autores.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



# **CAPÍTULO 03**

Tecnologías Constructivas  
Materiales







### 3.1. GENERALIDADES

Dentro de la arquitectura para dar solución a la problemática actual que supone el clima y sus constantes variaciones, específicamente en el tema del confort de las personas, se cuenta en el mercado con diferentes materiales y sistemas constructivos que permiten mejorar el nivel de confortabilidad en cada uno de los espacios arquitectónicos diseñados para las diferentes actividades, mediante su incorporación durante o después de la construcción. Principalmente se debe realizar un diseño adecuado que responda al lugar donde se emplazará el proyecto, pero en nuestro caso al ser un proyecto existente es importante conocer las bondades que ofrece cada uno de los materiales existentes en el medio y aplicables en una edificación, así como su forma de utilización o instalación, de tal manera que con un diseño adecuado y la correcta utilización de ellos, podamos brindar un nivel de confortabilidad de acuerdo a la normativa ecuatoriana existente.

Para realizar la propuesta de intervención en nuestro proyecto seleccionado es importante hacer un análisis y un estudio a los diferentes materiales y tecnologías constructivas, así también lo referente a la

diferentes tipos de estrategias que se pueden incluir en un proyecto, de tal manera que podamos ofrecer una alta variedad de soluciones constructivas que permitan salvar las necesidades en un determinado tipo de confort o el confort de manera global; y de esta forma podremos demostrar que a los edificios existentes se los puede mejorar confortablemente.



## 3.2. FACHADAS LIGERAS

“... la finura y nitidez que una construcción metálica exige a quienes proyectan con materiales más exactos y más de hoy, finura y nitidez equivalentes a saber exactamente lo que se quiere hacer”.<sup>1</sup>

### 3.2.1. DEFINICIÓN

Según la norma europea EN 13830, se define la fachada ligera como: “retícula de elementos constructivos verticales y horizontales, conectados conjuntamente, y anclados en la estructura del edificio, lista para ser rellena finalmente con paneles ligeros de cerramiento, hasta formar así una superficie continua y ligera que delimita completamente el espacio interior respecto del exterior del edificio”.<sup>2</sup>

### 3.2.2. HISTORIA

La generación de una nueva técnica constructiva responde a un largo proceso, a la maduración de unas ideas, al desarrollo de la tecnología, a la evolución de ideas formales para integrarlas en un nuevo concepto estético.

Es así que las primeras muestras de construcción ligera primitiva se realizan con

piel de animales en el Sahara, con fibras vegetales de tallos, hojas o ramas en países como Irak, con pacas de paja o de turba en Nebraska, pero estas técnicas de construcción ligera no presentan un desarrollo en la arquitectura mundial por su fragilidad y lo que se hace durante muchos años es una arquitectura de muros de carga compuesta por materiales pesados que forman un sistema estructural y de cerramiento. (Imagen 01)

El progreso del sistema constructivo aparece con el movimiento Gótico, este estilo ideado en la Edad Media crea un sistema estructural de nervaduras que conducen las cargas a unos haces de columnas y a unos arcos inclinados, liberando a los muros de la necesidad de soportar las bóvedas, con lo cual pueden ser estos finos y transparentes, a veces tejidos como una filigrana de piedra y cristal que permite inundar de luz el interior de templos y palacios. (Imagen 02)

Desapareció este sistema constructivo y es sustituido por otros estilos, después de muchos siglos aparece las construcciones ligeras con la recuperación del nuevo gótico en el siglo XIX, ahora replanteado por Viollet Le Duc, el cual plantea un material como el hierro que revoluciona la historia de la construcción al permitir abordar grandes luces. Los muros desaparecen, para convertirse en rejías formadas por vigas y soportes que propician la idea de crear fachadas ligeras,



01: Yurta de las tribus nómadas de Asia Central. Construcciones en madera, cuerda y lana.

02: Abadía de Westminster, Capilla de Enrique VII, Londres, Inglaterra.

<sup>1</sup> Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 10.

<sup>2</sup> *Fachada Ligera una epidermis inteligente*. Internet. [www.promateriales.com](http://www.promateriales.com). Acceso: 20 marzo 2014.



y surgen éstas de forma espectacular por mentes de los ingenieros. El primer ejemplo de construcción ligera del siglo XIX al Crystal Palace de Joseph Paxton, gigantesco invernadero creado para la Exposición de Londres de 1851 (*imagen 03*), que tiene precedentes en otras obras como Nymphenburg, en Munich, proyectado por Friedrich Ludwig von Sckell en 1807 y un invernadero de madera como la Orangerie del Belvedere en Viena, de 1737.

El XIX es un siglo lleno de inventos y desarrollo en donde se crea una importante construcción industrializada y en los que aparecen los antecedentes de los paneles ligeros, como los Hermann Tietz en Berlín, en donde se puede obtener la máxima transparencia al retirar los pilares de fachada hacia el interior, dejando completamente libres unas superficies acristaladas de 26 m. de largo por 17 m. de altura. (*Imagen 04*)

“Los problemas que se plantean en la utilización de paneles ligeros en fachadas son similares a los producidos en la fabricación de automóviles o aviones y se centra en temas como las juntas, los puentes térmicos, el plegado de la chapa o el ensamblaje de las piezas”.<sup>3</sup>

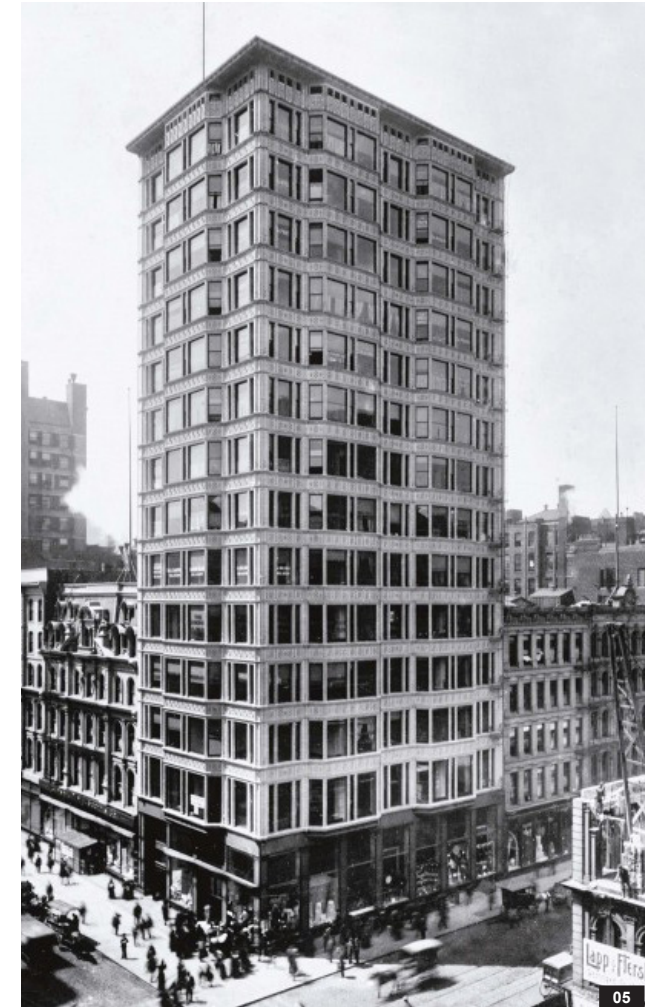
En Estados Unidos el hierro sirvió para la producción rápida de fachadas en un momento de expansión económica, lo que se



03



04



05

03: Palacio de Cristal, Joseph Paxton, Munich, Alemania. 1854.

04: Almacenes Hermann, Tietz, Berlín, Alemania. 1905.

05: Reliance Building de Chicago, Estados Unidos. Burnham y Root, 1885.

<sup>3</sup> Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 5.





buscó principalmente es la imitación de la apariencia de las construcciones de piedra mas no la creación de una nueva tipología aunque algunos ejemplos como la factoría de James Bogardus en Nueva York, de 1848, consiguen sintetizar las líneas de unas fachadas ligeras de chapa y vidrio que se desarrollan a finales de siglo por ejemplo el Reliance Building de Burnham (*imagen 05*) y Root, rascacielos de quince pisos construido en Chicago en 1895, o en grandes almacenes de la época, como los Roosevelt Stores en Broadway, Nueva York, los Jelmoli en Zurich, o los Hermann Tietz en Berlín.

Luego de varias décadas la construcción reticular moderna dispone de un esqueleto estructural cerrado y es recubierta por piezas transparentes u opacas que actúan como membranas, estas pueden ser finas debido a que no afectan la estabilidad de la construcción, pero deben cumplir funciones de aislamiento térmico y acústico, para esto durante el siglo XX se desarrollan productos químicos que son aplicados en varios materiales lo cual permite reducir el ancho de la fachada. Además se plantea la estandarización sistemática de los elementos que permita la industrialización y fabricación en serie.

Existen varias obras en los cuales se logra ver el proceso de la construcción ligera como:



06: Casa Citrohane en Stuttgart, Alemania. Arq. Le Corbusier, 1922.  
07: Casa Gropius en Lincoln, Massachusetts, Estados Unidos. Arq. Walter Gropius, 1937.



08: Vivienda Prefabricada en Nancy, Francia. Arq. Jean Prouvé, 1954.  
09: Casa Dom-ino, Le Corbusier.



- En 1922 Le Corbusier habló de su casa Citrohan, llamada así en homenaje al conocido fabricante de automóviles, y que aun poniendo sus miras en la funcionalidad de estos artefactos, fue realizada en la Weissenhof en 1927 mediante técnicas convencionales. (Imagen 06)

- Walter Gropius proyectó su casa con muros exteriores de fibrocemento de 6 cm. de ancho rellenos de corcho prensado y enlazados por perfiles metálicos. (Imagen 07)

- Prouvé determina a través de la experimentación en sus proyectos, el desarrollo de los nuevos elementos de fachada: 1938, chapa plegada en la Maison du Peuple de Clichy; años 40, los paneles Rousseau de madera para naves prefabricadas; años 50, paneles de espuma plástica y contrachapado baquelizado en la Maison de l'Abbé Pierre, paneles sándwich de chapa de aluminio con relleno de poliéster expandido e interior de madera okume en la Maison Dollander y madera contrachapada de alta resistencia en el interior de la Maison Jean Prouvé. (Imagen 08)

Los problemas que detectó Jean Prouvé son similares a los producidos en la fabricación de automóviles, aviones y trenes, y se centran en temas como las juntas, los puentes térmicos, el plegado de la chapa o el ensamblaje de las piezas, que exigen soluciones, como las ventanas con junta de

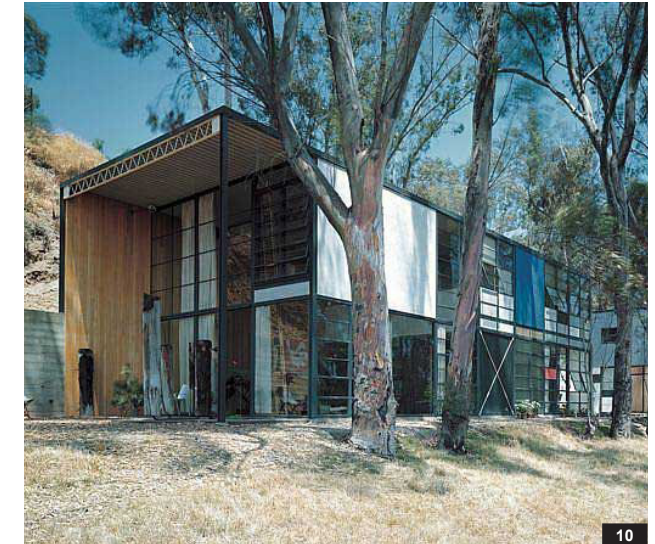
goma y esquinas redondeadas, similares a las empleadas en esos medios de transporte.

- En 1939 Le Corbusier presentó proyectos de casas en el que se habla de montaje en seco, es decir, a base de elementos constructivos prefabricados que se montan sin necesidad de morteros por ejemplo la casa Dom-ino, donde se diferencia claramente la estructura del cerramiento metálico. (Imagen 09)

- En 1969 Richard Rogers proyectó una casa para el concurso DuPont, formada por un caparazón de paneles auto portante de espuma de PVC, similar en paredes y techo, redondeado en los ángulos. Las ventanas, procedentes de los autobuses Auster, se integraban en los paneles mediante perfiles extruidos de neopreno.

- En Estados Unidos también hay un recorrido paralelo al de estas investigaciones europeas, en el que se destacó un inventor nato como Richard Buckminster Fuller que en su prototipo de casa experimental Dymaxion de 1929, empleó paneles huecos de doble vidrio, transparentes u opacos.

- La casa de los diseñadores Charles y Ray Eames, levantada en Santa Mónica dentro del programa de casas experimentales patrocinado por la revista Arts and Architecture. Sus autores emplearon elementos



10



11

10: Casa en Santa Mónica, California, Estados Unidos. Arqs. Ray y Charles Eames, 1945.

11: Sainsbury Arts Center en Norwich, Inglaterra. Arq. Norman Foster 1974.





de serie usuales en la construcción industrial escogiendo para los cerramientos paneles de contrachapado lacados, amianto - cemento y vidrio. (Imagen 10)

Tras estos inicios y experiencias aisladas surgen las patentes y los paneles sándwich se generalizan, uno de los ejemplos que podemos citar es “el Sainsbury Arts Center, construido por Norman Foster para la Universidad de East Anglia en 1974, que se cierra mediante paneles modulares de aluminio estriado con junta drenante, indistintamente situados en pared y techo, envolviendo un edificio que se expresa de este modo como “objeto técnico”, al que el propio autor encontraba la belleza de un mechero sobre una mesa de billar”.<sup>4</sup> (Imagen 11)

Hoy en día existe un extenso catálogo de materiales para generar fachadas ligeras como el acero, el aluminio, el vidrio, la madera o los plásticos, con una variada tipología que se puede adaptar a casi cualquier necesidad mediante sistemas abiertos que admiten variaciones, o cerrados, a la medida para cada caso particular. Todos ellos tienen las ventajas de la construcción en seco: las piezas vienen realizadas de fábrica con un importante grado de control y precisión y en la obra solamente se realiza el ensamblaje, lo que reduce los costos comparado con un sistema tradicional.

### 3.2.3. VENTAJAS

- Flexibilidad estética.
- Luminosidad.
- Fabricación industrializada.
- Rapidez de montaje reduciendo costos.
- Estructura independiente, no recibe cargas derivadas de la estructura ni colabora con ella.
- Peso estructural reducido comparado con un sistema tradicional (hormigón).

### 3.2.4. DESVENTAJAS

- Comportamiento acústico y térmico. Esta desventaja es superada mediante la elección del tipo constructivo y la selección y mejora de los materiales empleados, por ejemplo, con un tipo de fachada ligera ventilada se tiene la posibilidad de incluir aislamientos térmicos-acústicos que, unidos a una cámara de aire, nos proporcionan un buen confort en ambos sentidos.

### 3.2.5. COMPONENTES BÁSICOS

Los componentes básicos determinantes de la fachada ligera son la estructura auxiliar, los paneles, los anclajes, y las juntas los que están encargados de resolver aspectos estéticos, funcionales de mantenimiento, etc.



12: Proyecto Habitacional Santa Clara en Juan Fernández, Valparaíso Region, Chile. Owar Arquitectos, 2008.

13: Proyecto Habitacional Santa Clara en Juan Fernández, Valparaíso Region, Chile. Owar Arquitectos, 2008.

<sup>4</sup> Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 9.

### 3.2.5.1. ESTRUCTURA AUXILIAR LIGERA

Es aquella que transmite los esfuerzos del cerramiento a la estructura porticada resistente, puede ser de aluminio, acero inoxidable o galvanizado e incluso entramado de madera.

La estructura auxiliar no siempre existe, es sustituida por una hoja masiva que transmite las cargas y funciona como trasdosado, eliminando la ligereza del panel, que queda reducido a acabado. En estos casos el anclaje concentra toda la complejidad del sistema.

### 3.2.5.2. LOS PANELES

Los paneles determinarán el acabado final de la fachada, imponiendo con esta elección una textura y orden acorde con el proyecto. Existe gran variedad de materiales y acabados manufacturados utilizados en la composición de los paneles, capaces de resistir las exigencias de funcionamiento del cierre. Dentro de estos paneles podemos encontrar dos grandes grupos: los metálicos y no metálicos.

### PANELES METÁLICOS

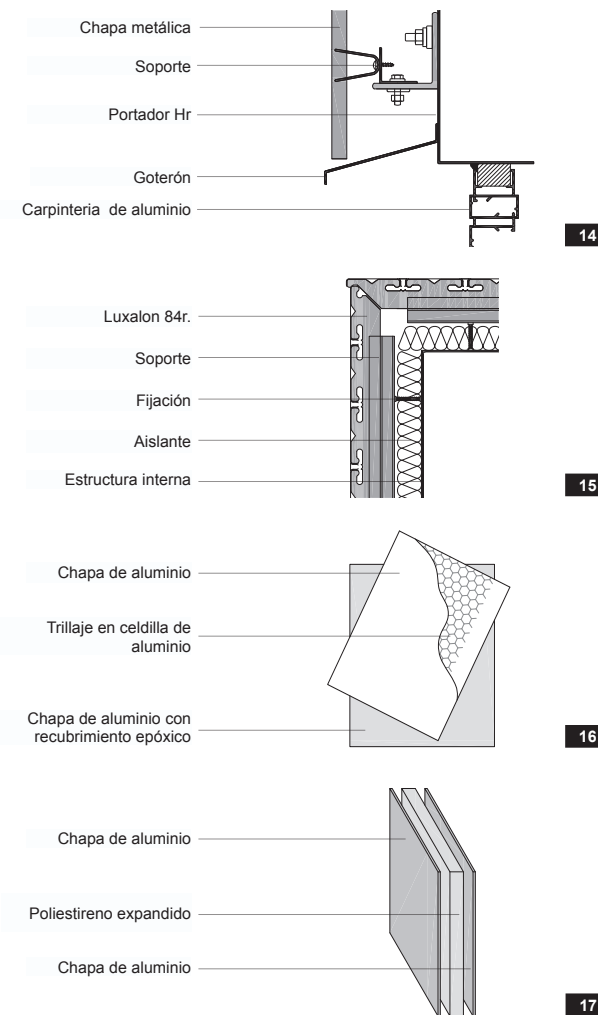
Son los que utilizan básicamente en su composición: aluminio, acero galvanizado, o soluciones mixtas como el aluminio - ace-

ro, siendo los materiales menos utilizados el acero inoxidable, el cobre y el zinc. En algunos casos se utilizan acabados anodizados de aluminio la mayoría de las aplicaciones se revisten de una pintura de acabado específico (epoxi, PVF2, PVDF, etc.), que tiene que ser resistente a los movimientos de la chapa metálica, sin posibilidad de fisurarse o de desprenderse, para lo que la dimensión es un factor determinante.

Por ejemplo el proyecto habitacional Santa Clara, ubicado en el archipiélago Juan Fernández a 670 km. de la costa de la región de Valparaíso. Debido a su condición insular, desarrollo precario en la construcción, clima extremo de lluvias y vientos presentes gran parte del año, se plantea trabajar una envolvente prefabricada definitiva y hermética que contiene todos los metros cuadrados útiles y un interior adaptable a los cambios progresivos de las familias.

Cada vivienda cuenta con fundaciones puntuales de pino impregnado, losas de madera laminada, paneles prefabricados por la empresa Tecnopanel (*Imagen 12*), ventanas de aluminio, cubiertas prefabricadas por la empresa Instapanel y cerramiento de acero microondulado fabricados por Hunter Douglas. (*Imagen 13*)

Los paneles metálicos se subdividen en:



14: Panel unicapa metálico tipo luxalon 84 R.

15: Panel unicapa metálico tipo tech wall.

16: Panel formacore de doble chapa de aluminio y trillaje en celdilla del mismo material.

17: Panel alucubond formado por dos capas de aluminio y un alma de polietileno.



### a. PANELES METÁLICOS UNICAPA

Son los formados por una sola chapa metálica, por lo que son muy ligeros, además tienen total ausencia de absorción de agua y la no emulsión de gases en caso de incendio. Por el contrario presenta problemas de condensaciones y de pérdida de planeidad por dilataciones. El primer aspecto se soluciona a través de una fachada ventilada (*imagen 14*) y el segundo haciendo los paneles más pequeños (tipo Luxalon 84R), dando mayor espesor a la chapa o incorporando pliegues en los bordes formando caja (tipo Tech Wall), llegando al grecado de toda la superficie (tipo Tolartols). (*Imagen 15*)

### b. PANELES METÁLICOS MULTICAPA

Son los formados por chapas metálicas unidades por otro material que busca la planeidad de los paneles frente a los efectos climáticos. En función del material de unión podemos distinguir dos vertientes: multicapa inertes y los multicapas aislantes.

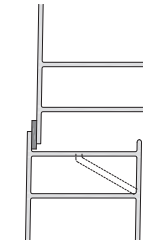
#### - PANELES METÁLICOS MULTICAPA INERTES

Son aquellos cuyo material de unión busca mejorar el comportamiento resistente sin aumentar proporcionalmente el espesor de la chapa, con el fin de evitar incrementos de peso y los esfuerzos de dilatación. El material de unión suele ser polietileno (tipo alucu-

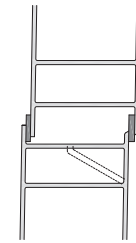
bond), lo que añade la característica adicional de aumentar el aislamiento acústico, o el aluminio perforado con forma de celdillas (tipo formacore). Al tener la función de aislamiento térmico es aconsejable que se utilice en fachadas ventiladas para así evitar las condensaciones como ocurre en los paneles unicapa. (*Imagen 16*)

#### - PANELES METÁLICOS MULTICAPA AISLANTES

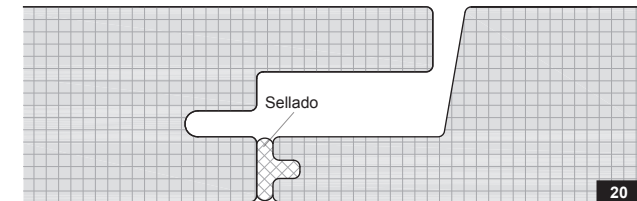
Son aquellos cuyo material de unión está compuesto por una sustancia capaz de dotar al panel de características mejoradas de aislamiento térmico y acústico, además de buscar la propia resistencia del panel (*imagen 17*). Este material puede ser muy diverso, desde la utilización de lana de roca, poliuretano o polisocianurato. La ventaja de resolver el aislamiento en el acabado de la fachada es que evitamos las condensaciones y no necesitamos un trasdosado que nos proporcione aislamiento térmico. Pero también se debe considerar dos aspectos: el primero es la necesidad de aislar las dos chapas del panel, también en el borde para así evitar los puentes térmicos y el segundo punto es el comportamiento térmico diferencial de las dos chapas del panel, que al estar a distinta temperatura, puede provocar efectos de curvatura no asumibles por el material de la junta. En cuanto al aislamiento acústico depende en su mayoría en la solución de la junta de unión entre paneles.



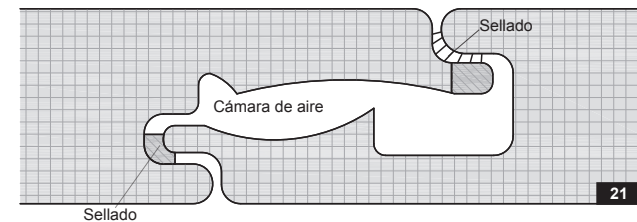
18



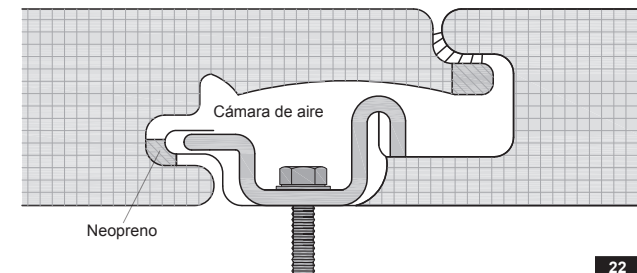
19



20



21



22

18: Junta abierta.

19: Junta cerrada.

20: Junta Formadeck de Roberston para cubiertas.

21, 22: Solución Formawall 1000V. Sin clip y con clip de fijación respectivamente.

## PANELES NO METÁLICOS

Son todos aquellos paneles que están fabricados por materiales de nueva generación con tecnologías específicas en su fabricación y se subdividen en tres grupos:

### PANELES DE MADERA DE ALTA DENSIDAD

Formados por la unión en contrachapado y a alta presión de láminas de madera tratada con colas fenólicas (Tipo Parklex 1000 y Prodema Permaplex). Su valor más destacado es el acabado en maderas naturales que no presentan problemas de oxidación, sin embargo los paneles resultan algo pesados, de dimensiones reducidas (1,22 x 2,44 m.), es necesario proteger los cantos, no tienen fijaciones estándar y su comportamiento ante el fuego no es bueno, aunque se puede ignifugar hasta el grado M1<sup>5</sup> por este motivo se recomienda el uso de fachadas ventiladas.

### PANELES DE FIBRAS DE CELULOSA REFORZADA

Se trata de paneles de alta densidad, coloreados en masa y homogéneos. Entre sus características más importantes están: el no presentar problemas de protección del canto y disponer de un sistema de anclaje específico. Sus dimensiones pueden alcan-

zar a un módulo de 3,65 x 1,83 m. (panel trespá) y puede llegar a tener clasificación M1 frente al fuego.

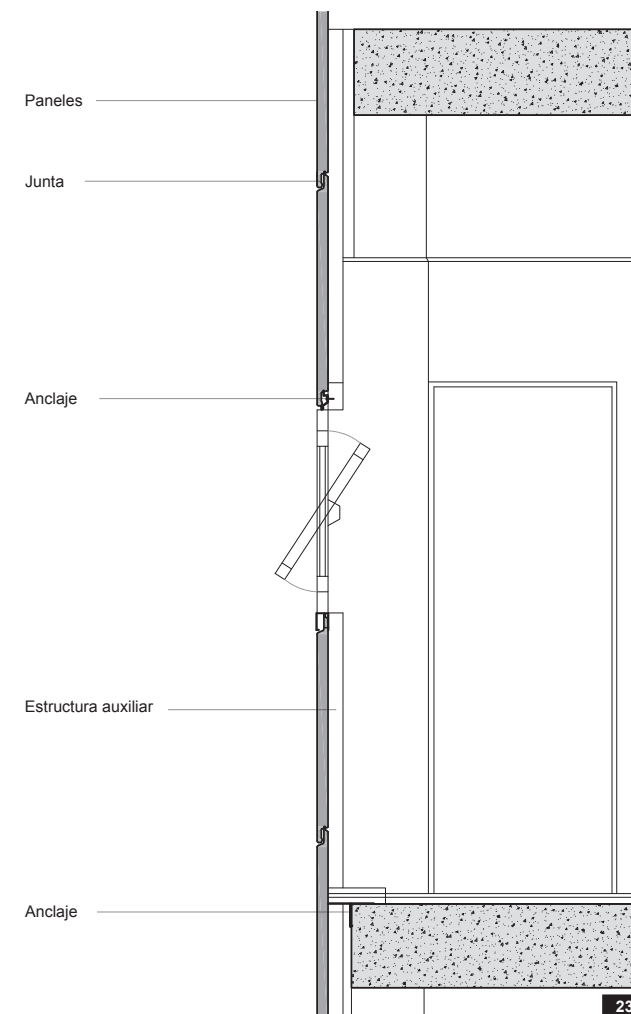
### PANELES DE MATERIALES PLÁSTICOS

Está formado por la combinación de poliéster y fibra de vidrio. Las ventajas que ofrece este material son: su capacidad de modelación, su ligereza, su falta de oxidación y es un buen aislante térmico, por el contrario es un material que se degrada con la luz solar y presenta problemas frente al fuego.

#### 3.2.5.3. LOS ANCLAJES

“Es el elemento metálico puntual, de nula expresividad formal, que permite la unión entre los paneles y la estructura auxiliar o el trasdosado. De él va a depender la planeidad de la fachada, el ajuste, el montaje y desmontaje de los paneles de modo independiente y la transmisión de esfuerzos estáticos, dinámicos y térmicos”.<sup>6</sup>

La calidad y resultados del sistema de acabado de fachada dependerán, en gran medida de la exactitud de su funcionamiento y de su durabilidad que implica su construcción en materiales metálicos, habitualmente el aluminio y acero inoxidable o galvaniza-



<sup>5</sup> M1: material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior.

<sup>6</sup> Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 16.

23: Sección vertical del Edificio de Juzgados, Alejandro de la Sota, Zaragoza.





do, completándose con una pequeña pieza elástica de unión.

### 3.2.5.4. LA JUNTA

La dificultad de poder fabricar la fachada de una sola pieza y poder transportarla e instalarla en obra hace que por necesidad, recurramos a las juntas, lo que permite darle continuidad a la fachada. Los problemas que tiene que solucionar la junta son:

1. En el propio panel: planeidad, dimensiones máximas, aislamiento térmico, aislamiento acústico, permeabilidad al agua, resistencia a los agentes atmosféricos, etc.

2. En el sistema de anclaje: facilidad de alineación, aplomado y nivelación, posibilidad de montaje desde el interior o con el auxilio de andamiajes, anclaje posterior de nuevas piezas, etc.

3. En la junta: geometría, sellado, estanqueidad, tolerancias dimensionales, capilaridad, colmatación por suciedad, mantenimiento, movilidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico, etc.

4. En el sistema de montaje: mantenimiento y reparación que tiene que ver con lo livianos que pueden ser los paneles, con el diseño de la junta y con el sistema de fijación.

5. La necesidad de un trasdosado del cerramiento que sirva como acabado o incluso de anclaje al propio cierre.

Según la permeabilidad de la junta podemos realizar una subdivisión; juntas permeables y juntas impermeables.

#### a. JUNTA PERMEABLE

Esta junta se aplica en el sistema constructivo de fachadas ventiladas. No exige diseñar la junta como tal, únicamente se tiene que garantizar la ventilación de los paneles en el trasdós, ejecutar con corrección los encuentros con huecos, cornisas y terreno y disponer un adecuado sistema de anclaje y fijación. La gran ventaja del sistema es que permite la utilización de una gran variedad de paneles en cuanto a tamaño y material.

#### b. JUNTA IMPERMEABLE

Son las que garantizan la estanqueidad de la junta frente a los fenómenos atmosféricos: viento y agua. Presenta a su vez dos soluciones diferentes: junta impermeable abierta (*imagen 18*) y junta impermeable cerrada. (*Imagen 19*)

#### - JUNTA IMPERMEABLE ABIERTA

Es aquella en donde se realiza un sellado único en el interior dejando una cámara entre la parte interior e exterior que permite



24: Second Leiter Building in Chicago, Estados Unidos. Arq. William Le Baron Jenney, 1891.

25: Fábrica de Fagus en Alfeld, Alemania. Arq. Walter Gropius, 1911.



igualar las presiones de la cámara interna y del ambiente exterior. (*Imagen 20*)

### - JUNTA IMPERMEABLE CERRADA

Se basa en su sellado mediante materiales elastómeros capaz de deformarse y sellar la unión en la superficie garantizando la impermeabilidad de la junta. Este material tendrá que estar preparado para resistir los constantes movimientos de los paneles por cambios térmicos, los agentes climatológicos, los rayos UV, etc. Este tipo de juntas está formado por un doble sellado y una cámara como es el caso de la junta formadeck de Roberston para cubiertas (*imagen 21*), además la solución de junta estanca se asegura con un goterón y canaleta de desagüe. (*Imagen 22*)

En la *imagen 23* se puede identificar los componentes básicos de la fachada ligera.

### 3.3. MURO CORTINA

“El muro cortina ha transformado de modo radical la imagen de la ciudad contemporánea. Es el artífice de una nueva forma de vida, de un concepto espacial diferente y de un nuevo espectro tecnológico en la construcción”.<sup>7</sup>

#### 3.3.1. DEFINICIÓN

Se entiende por muro cortina a un cerramiento ligero, predominantemente de vidrio, que se ancla y cuelga a los sucesivos forjados de un edificio de pisos.

El muro cortina se define de una manera más completa como “un conjunto de paneles de vidrio con un enrejado de perfiles que facilitan el acristalamiento y panelado, el correspondiente conjunto de juntas que se acoplan además a los diferentes sistemas de climatización y a la estructura, más los necesarios vínculos que tienen la misión de trasladar las cargas de los paneles hasta los forjados”.<sup>8</sup>

“Todos los componentes vistos del muro cortina son precisos y obedecen motivos funcionales y constructivos”.<sup>9</sup>

#### 3.3.2. HISTORIA

Se originó en el siglo XIX en Europa, cuando la tecnología del vidrio y perfiles metálicos permitió construir los primeros cerramientos ligeros transparentes exentos del sistema estructural del edificio, uno de los ejemplos pioneros es el Crystal Palace de Londres (Paxton, 1851) el cual tiene grandes dimensiones, gran ligereza y a pesar



26: Casa del Pueblo en Clichy, Francia. Arq. Jean Prouvé, 1939.

27: Manufacturas Duval (Fábrica Usine Claude et Duval) en Saint-Dié-des-Vosges, Francia. Arq. Le Corbusier, 1945.

7 Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 4.

8 Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 10.

9 Fengler, M. *Estructuras resistentes y elementos de fachada*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1968: 24.



de una compleja geometría fue prefabricado y montado en un tiempo récord.

El desarrollo de prefabricados metálicos en Liverpool permitió que aparezcan grandes huecos en los muros de las fachadas (Second Leiter Building de Chicago de Jenney & Mundie, 1891). (*Imagen 24*)

Todo esto llegó a los arquitectos del Movimiento Moderno siendo las principales obras: la Sala de Turbinas de AEG en Berlín (Behrens, 1909) o la Faguswerk en Alfeld (Gropius, 1911) (*imagen 25*), y poco después los primeros edificios de pisos, como el Bauhaus, el Pabellón Suizo y la Cité Refuge en París (Le Corbusier, 1933), entre otros.

Son muros cortina precursores, cerramientos exclusivamente de vidrio aplicados a las nuevas tipologías en altura, derivadas generalmente del bloque lineal, pero la técnica es muy elemental.

En América debido a la necesidad de oficinas, el muro cortina continuo, es la primera solución constructiva para los rascacielos contruidos con el sistema de montante y travesaño aplicado a proyectos como: el Edificio Seagram (Mies van der Rohe y Philip Johnson, Nueva York 1958), la Lever House de Nueva York (S.O.M., 1952), entre otros.

Siendo el muro cortina identificable con

el espacio del trabajo, surgió un edificio particular que se distribuirá por todo el mundo partiendo de un núcleo central estructural y de distribución de servicios, plenamente acondicionado, acristalado en todo su perímetro y dotado con un doble techo que aloja la fuerte dotación de instalaciones que requiere para ser viable.

El muro cortina se propagó desde Nueva York al resto del mundo, e inicia una evolución técnica incorporando nuevos materiales y tecnologías como nuevas composiciones de vidrio (de control solar y los vidrios dobles), una amplísima gama de productos de materiales poliméricos (gomas, plásticos y adhesivos) y sobre todo los perfiles de aluminio extrusionados, que permitieron aligerar el peso y ajustar con precisión los accesorios y los mecanizados.

En 1960 el muro cortina es un producto de serie con sistemas completos de montante y travesaño formando mallas modulares y prefabricados, con perfilera extrusionada de compleja geometría, basadas en sistemas de acoplamiento entre perfiles para rigidizar, ensamblar; escuadrar y con ello también incorporar canales de drenaje, gomas y accesorios. Para incorporar rapidez de colocación en obra se realizan premontajes en taller con la incorporación de anclajes, acristalamientos y paneles que reducen el componente de mano de obra en la colocación. Por ejemplo la Casa del Pueblo, en



28: Centro Pompidou en París, Francia. Arqs. Renzo Piano y Richard Rogers, 1970.  
29: Centro Pompidou, diferentes colores diferencian las funciones en el exterior del edificio.

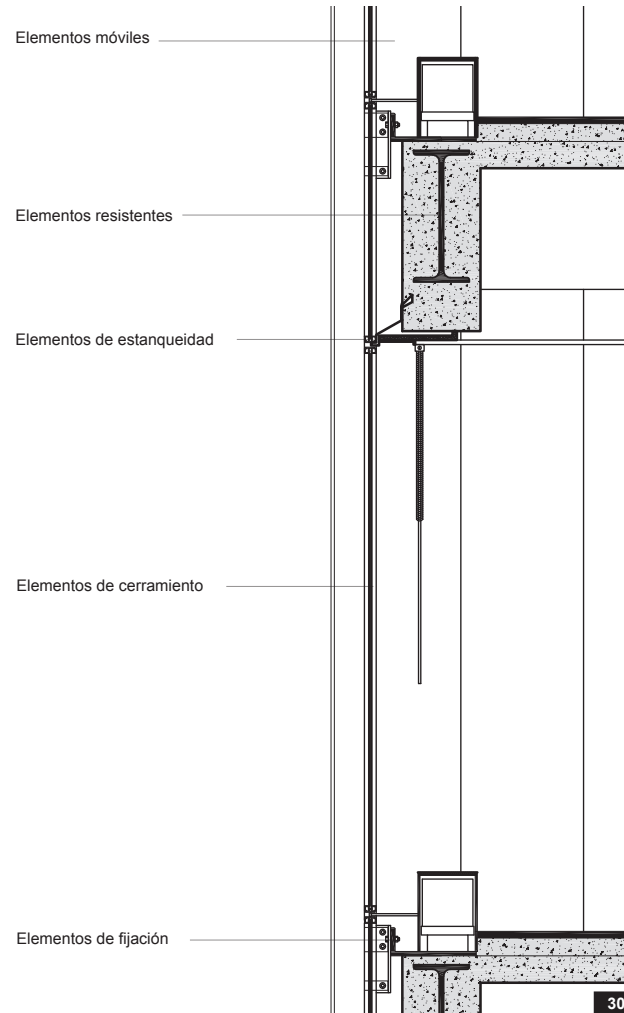
Clichy de Jean Prouvé uno de los primeros edificios con paneles de cerramiento con los acristalamientos integrados. (Imagen 26)

Se emplean cuatro materiales básicos (acero, aluminio, vidrio y piedra) siendo la evolución técnica del aluminio y del vidrio, en cuanto a prestaciones, formatos, tratamientos y acabados, la que impulsa en gran medida el desarrollo de un sistema considerado ya tradicional.

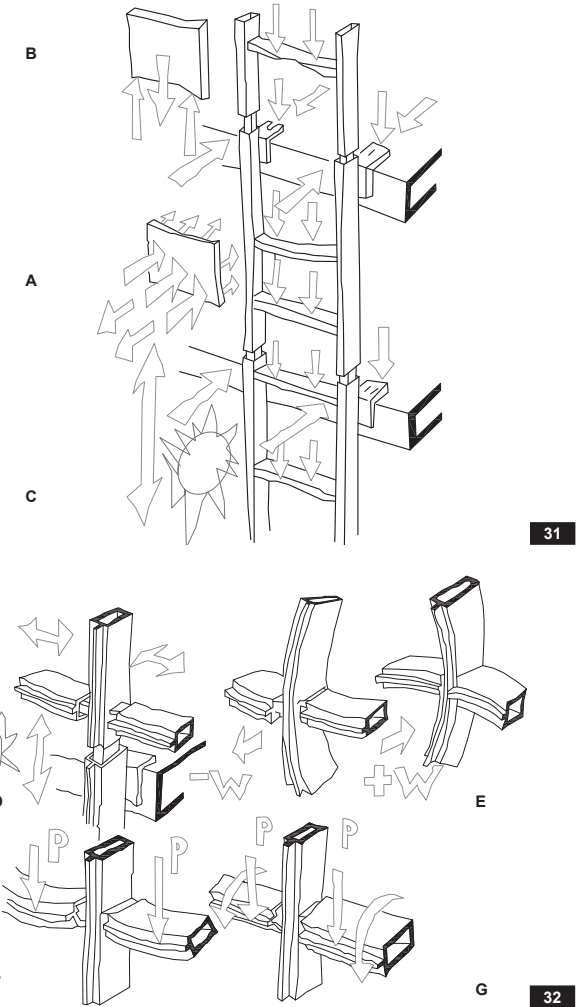
“Este muro cortina se pone en crisis hace apenas unas décadas, fruto principalmente de la evolución del espacio del trabajo y de la nueva consideración del problema de la energía.

Por una parte, frente al edificio de núcleo central estructural y de servicios con una corona diáfana, se abre paso el edificio cuyo corazón está en la pared, pues gran parte de las instalaciones se despalazan a la periferia; incluso los núcleos de transporte vertical son exteriores. Al mismo tiempo, el suelo técnico predomina sobre el doble techo (consecuencia también del desarrollo de las instalaciones de comunicación), se apoyan sistemas de ventilación natural reduciendo la presencia del aire acondicionado, etc.”<sup>10</sup>

Es así como el muro cortina ha permitido una evolución en la construcción a nivel mundial que se ha vuelto cada vez más com-



30: Sección vertical del Seagram con montantes exteriores de bronce, Mies Van der Rohe y Philip Johnson, Nueva York, 1958.



31: Acciones sobre el panel, retícula y anclajes. A. Viento, presión y succión. B. Peso propio. C. Dilatación y contracción por cambios de temperatura. 32: Esquemas de deformación y movimiento de montantes y travesaños y sus uniones. D. Dilatación y contracción por cambios de temperatura. E. Flechas por succión y presión del viento. F. Flechas por peso propio, carga del vidrio o panel. G. Giro por excentricidad del apoyo de la carga.

<sup>10</sup> Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 8.





pleja, pues ha permitido la incorporación de fachadas acristalas y lucernarios en atrios, patios, grandes vestíbulos y espacios cerrados, iniciándose el debate acerca de lo que es interior y exterior de un edificio.

El control solar pasa a primer plano comenzando por el “brise-soleil” de Le Corbusier, son los muros - parasol, para los que existe una multitud de variables a hoja externa y donde los muros cortina tradicionales pasarán a ser un componente más de un sistema complejo compuestos de sistemas verticales, horizontales, fijos, orientables, escamoteables en el exterior, en el interior, entre pieles o incorporados a los propios elementos. Un ejemplo de ello es la Fábrica Usine Claude et Duval. (Imagen 27)

Existió un avance con el desarrollo de los vidrios templados, laminados y de baja emisividad, y con el aumento de los formatos estándar aplicables consiguiendo más transparencia, más luz natural, sin reducción de las prestaciones energéticas de la fachada, mejorando notablemente la relación entre la transmisión luminosa y el factor solar del acristalamiento.

A finales de los 80 surgieron sistemas de fijación del acristalamiento superiores al aluminio extrusionado, como las siliconas denominadas estructurales, el anclaje del vidrio mediante botones o el montaje en suspensión, que reduce la retícula portante

de aluminio. Las fachadas pasan entonces a ser grandes planos de cristal continuo, que varían escasamente en color y geometría.

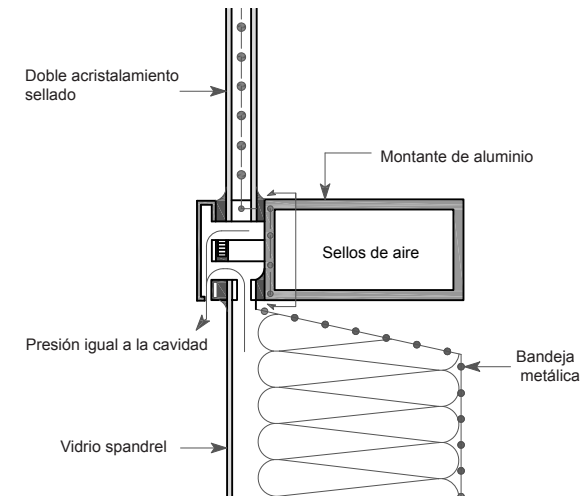
En definitiva la nueva generación del muro cortina se entiende bien en los grandes proyectos de los 80-90 como la aplicación del high tech en el Centro Pompidou, donde se aplica un muro cortina de acero y vidrio, que incorpora elementos sólidos metálicos y que está separado de la estructura para permitir el cambio de sus partes fácilmente. (Imagen 28)

Además “los diferentes sistemas del exterior del edificio están pintados de diferentes colores para diferenciar sus diversas funciones. La estructura y los componentes más importantes de ventilación estaban pintadas de blanco, las escaleras y ascensores estaban pintadas de color gris plateado, la ventilación fue pintada de azul, fontanería y control de incendios de tuberías eran verdes y los elementos que permiten el movimiento en todo el edificio, están pintadas de rojo”.<sup>11</sup> (Imagen 29)

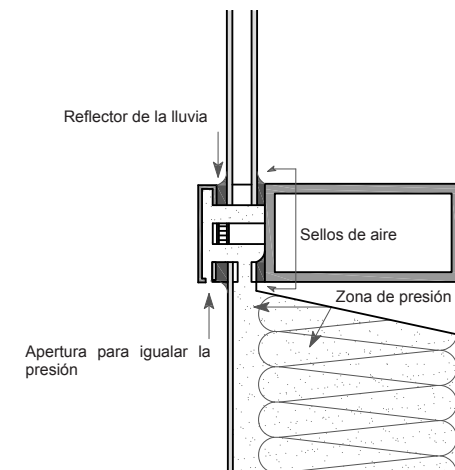
### 3.3.3. VENTAJAS

- Control del aislamiento térmico, acústico y visual.
- Mayor ganancia de energía solar.

<sup>11</sup> Duque, karina. *Clásicos de Arquitectura: Centre Georges Pompidou / Renzo Piano + Richard Rogers*. 2010. Internet. <http://www.archdaily.com.br/>. Acceso: 09 julio 2014.



33



34

33, 34: Ejemplo de evitar infiltraciones en un muro cortina.

- Ahorro energético por climatización.
- Permite ventilación natural en altura.

### 3.3.4. DESVENTAJAS

- Riesgo de recalentamiento interior.
- Necesidad de medidas adicionales de protección frente a incendios.
- Reflejo de la luz solar hacia los edificios vecinos.

Estas desventajas son superables con un correcto diseño del sistema a aplicar.

### 3.3.5. COMPONENTES BÁSICOS

Los componentes básicos del muro cortina son (*imagen 30*):

- **Elementos resistentes:** Columnas, forjados y travesaños.
- **Elementos de cerramiento:** Paños vidriados u opacos.
- **Elementos de fijación:** Anclajes, sello estructural, presillas.
- **Elementos de estanqueidad:** Sello, goma hermética (burlete).

- **Elementos móviles:** Permiten la venti-

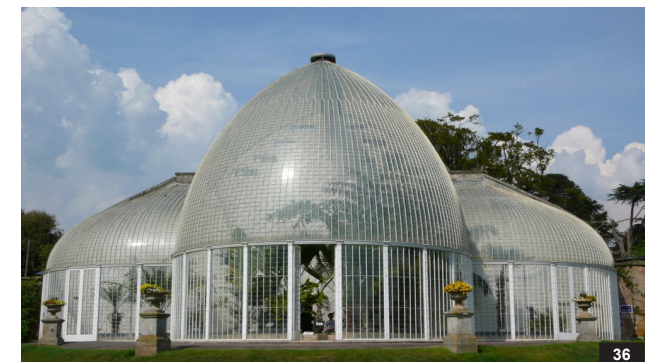
lación del interior.

### 3.3.6. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Si queremos acristalar una fachada hay que tener en cuenta un factor que influyen en ella como: la presión del viento ocasionando deformación por flexión, pérdida de estanqueidad de las juntas y rotura del vidrio, para reducir esta deformación se dan soluciones como apoyar el vidrio en los cuatro lados del forjado pues así trabaja como placa, reduce la luz, traslada su peso propio y las cargas del viento. Se utilizará bastidores de estructura metálica que descansarán en los forjados a través de un mecanismo que permita transmitirle las acciones verticales y horizontales que actúan sobre él.

En la *imagen 31* se muestra las acciones sobre el panel, retícula y anclaje.

Posteriormente se busca una fachada más limpia que pase por delante de la estructura sin ser interrumpido por los forjados, esta solución tiene muchas ventajas no desde el punto de vista del aislamiento y la estanqueidad en las juntas sino desde el mismo concepto de fachada que es mucho más limpio. Los bastidores y la retícula pueden ser continuos en este caso, con pequeñas adaptaciones de diseño en la unión con la estructura.



35: Patio cubierto del Museo de Historia de Hamburgo, Alemania. Jörg Schlaich, 1960.  
36: Palm House en Bicton, Inglaterra. 1830.

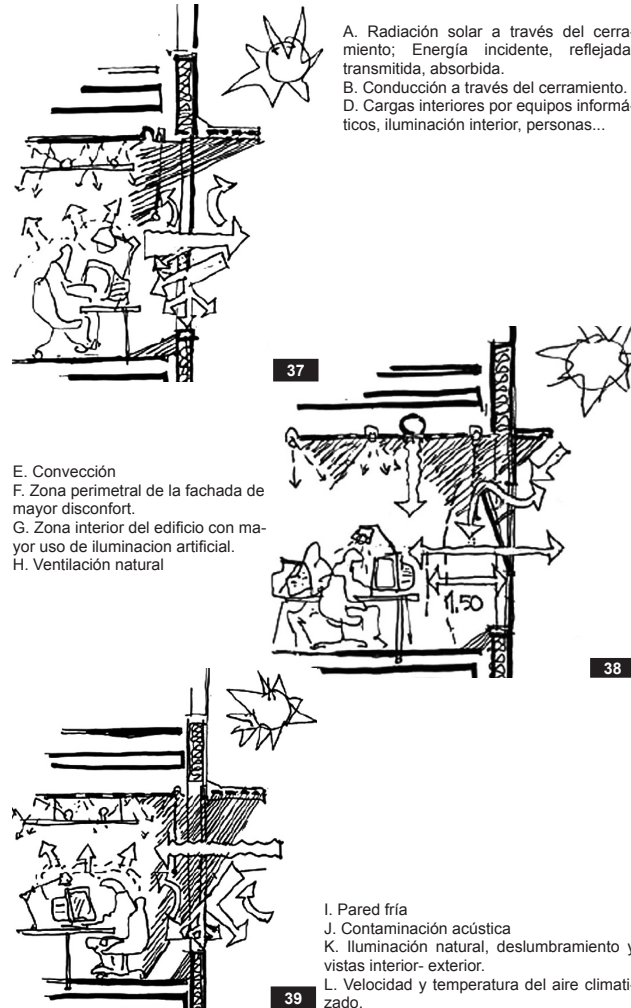


En la *imagen 32* se muestra un esquema de deformación y movimiento de montantes y travesaños y sus uniones.

“Un bastidor genérico se forma con montantes y travesaños, estos últimos para resistir el peso del vidrio y ambos para las cargas horizontales. Con la inercia suficiente, el bastidor limitará la deformación del vidrio ante la presión y succión ocasionadas por el viento y el peso propio de la placa, dentro de lo asumible por el tipo y la composición del acristalamiento y por las juntas. Este bastidor se resuelve con diferentes sistemas que van desde las secciones normales de perfiles extrusionados de aluminio a perfiles de acero, madera, cables y varillas, hasta los maineles de vidrio”.<sup>12</sup>

Otro problema es la dilatación térmica del cerramiento que se puede dar de dos maneras: si el cerramiento está compuesto de paneles y bastidores independientes entre forjados, sus cambios dimensionales son asumidos por las juntas entre estos y si el cerramiento es continuo la deformación de origen térmico no puede ser asumida por un sistema, en este caso se requiere juntas de dilatación que hagan compatibles las deformaciones entre sus diferentes elementos.

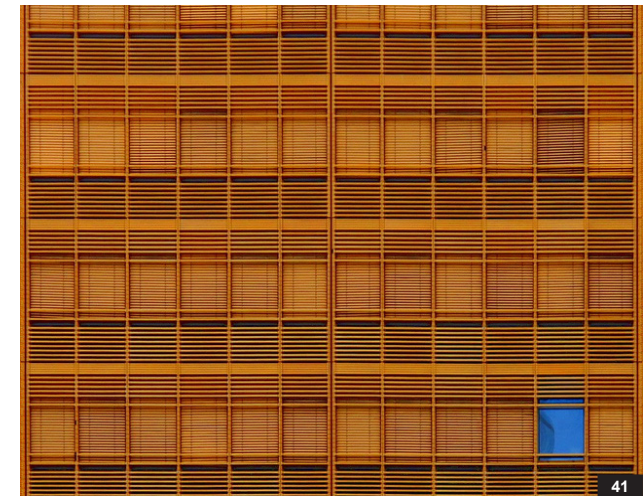
Aplicamos cerramiento sobre una estructura deformable (flexión de forjados, flexión por viento, contracción y asentamientos del



37: Intercambios en épocas de calefacción.

38: Intercambios en épocas de refrigeración.

39: Intercambios a través de la fachada, que alteran las condiciones ergonómicas y de confort del usuario.



40: Ministerio de Educación y Salud, Brasil. Arq. Lucio Costa, 1945.

41: Postdamer Platz en Berlín, Alemania. Arq. Renzo Piano, 1998.

<sup>12</sup> Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 10.



hormigón) y el muro cortina no podrá soportar esas deformaciones, por lo que se deberá dotar de mecanismos adecuados. Por lo tanto, la solución será diseñar un cerramiento continuo con juntas.

El resultado, un muro cortina como un conjunto de escamas ensambladas con un comportamiento en las juntas y rótulas protagonista: juntas del bastidor, juntas de acristalamiento y paneles y juntas de anclaje.

Trabajando con un material frágil y muy sensible a roturas por concentración de tensiones, ya sean de origen mecánico o térmico, lo que implica mayor atención a sus “condiciones de borde”, es decir, a los elementos que resuelven la transición entre el vidrio y la estructura del edificio, ya sea como apoyo puntual o continuo.

Por tanto, los sistemas de cerramiento de fachadas incorporan accesorios acoplados a los montantes en sus mechas de continuidad, en las uniones de los travesaños a los montantes y en los apoyos entre paneles y vidrios a la retícula mediante calzos y juntas elásticas de estanqueidad del conjunto. Todo esto refuerza el concepto de escamas, en las que las juntas también requieren gran flexibilidad.

### 3.3.7. EL AGUA

El agua en el muro cortina es más perju-

dicial en comparación a otros tipos de cerramientos debido a su reducido espesor y su carácter discontinuo (gran cantidad de uniones y solapes en los que además se reúnen diversos materiales), el primer problema es la estanqueidad al agua y al vapor, y su drenaje, a pesar que los componentes del muro cortina son impermeables (vidrios, paneles, perfiles y chapas), la junta nuevamente vuelve a dar problemas principalmente en la unión de vidrio - bastidor.

El comportamiento del agua dentro de los perfiles puede ocasionar daños debido a que el agua que entra es posible que sea reenviada al exterior, se drene a un sitio previsto por el sistema, se estanque y seque y en el peor de los casos aparezca en el interior del edificio, para esto los mecanismos para proteger la estanqueidad en una junta son el sellado, la protección mediante solapes, resaltes, tapajuntas, etc, y la junta abierta.

El fenómeno de condensación puede presentarse en los elementos opacos, vidrios, perfiles de la retícula, chapas y otros elementos de remate en los que no es fácil incorporar el aislamiento, para cada caso tenemos soluciones, como pueden ser perfiles con rotura de puente térmico o capas de baja emisividad en los acristalamientos. A pesar de ello, es importante planear la estrategia de drenaje de las posibles filtraciones y de las condensaciones.



42: Museo O en Nagano, Japón. Arqs. K. Sejima y R. Nishizawa, 1999.  
43: Interior del Museo O en Nagano.



“El agua únicamente atraviesa un cerramiento cuando se dan tres factores simultáneamente: presencia de agua, existencia de una discontinuidad o apertura, y acción de una fuerza que empuja al agua a entrar. Esta suele ser el viento, la diferencia de presiones, la gravedad, la capilaridad o la tensión superficial. Si conseguimos anular uno de estos tres factores el agua no entrará”.<sup>13</sup> Es decir, se aplica el principio de la pantalla de lluvia. (*Imágenes 33, 34*)

Finalmente el diseño debe evitar la corrosión y degradación, lo que implica no solo la elección de los materiales sino la conformación de juntas y fijaciones, el objetivo es resolver no sólo la estanqueidad a corto plazo, sino también diferencias a medio y largo plazo como la pérdida de prestaciones en aislamientos y acristalamientos, la estabilidad del conjunto o envejecimiento acelerado de los tratamientos superficiales.

Por ejemplo el patio cubierto del Museo de Historia de Hamburgo (Jörg Schlaich, 1960) (*imagen 35*), donde el acristalamiento horizontal puede confiarse en el sellado de las juntas, pero esta solución requiere un gran control de la ejecución y un elevado costo de mantenimiento frente a los sistemas tradicionales de junta abierta.

Otro ejemplo es el Palm House en Bickton, (1830), donde la junta por solapes es

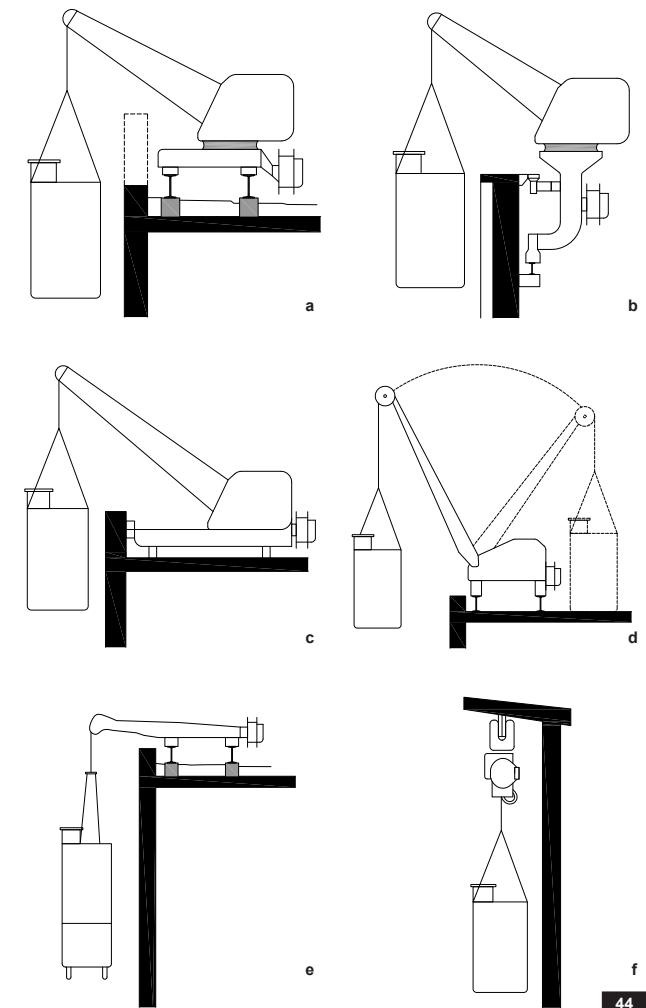
la solución más inmediata al problema de la insuficiente dimensión de las piezas, y quizás debería ser más frecuente. (*Imagen 36*)

### 3.3.8. COMPORTAMIENTO TÉRMICO

El muro cortina debe ser considerado como un elemento determinante en el balance energético de un edificio, debe calcularse integrando las ganancias y pérdidas por transmisión y radiación, evaluadas por fachadas y a lo largo del año, de tal forma que se puedan separar las épocas de calefacción y las de refrigeración en las que varía el signo de las aportaciones.

En primer lugar, el muro cortina suele requerir un alto aislamiento por conducción para esto se utiliza diferentes tipos y composiciones de vidrios reflectantes, cámaras de aire, tratamientos con capa de baja emisividad, láminas, etc., además se puede controlar las pérdidas o ganancias energéticas a través de paneles aislantes, perfiles y de las combinaciones de aleros, pasarelas, lamas y tejidos de control solar.

El problema de reducir las pérdidas de calor por conducción resulta secundario en el espacio del trabajo, debido al aumento generalizado de las aportaciones de energía desde el interior del edificio, con la luz artificial, los equipos informáticos, las máquinas y la ocupación por las personas, además el problema del aislamiento ésta resuelto con



44: Tipos fundamentales de dispositivos para la limpieza de los muros cortina.

13 Arán, Yolanda. Tesis: *Fachadas Ligeras Muro Cortina*. España, 2011: 89.

los vidrios con cámara de aire, mejorados con capas de baja emisividad, con doble cámara o con la inclusión de gases nobles.

El predominio de la superficie acristalada sobre la opaca hace que el efecto invernadero aparezca de una forma inusual y el edificio se convierta en un acumulador de calor debido a la radiación solar directa, en algunos climas y épocas del año este efecto puede ser aprovechado para generar calor, que se acumula en los elementos masivos de la construcción (forjados sobre todo), incorporar al flujo de renovación y tratamiento del aire, o conducir voluntariamente a otras zonas del edificio.

El muro cortina con respecto a este problema dará solución a través de una correcta orientación, empleo de un vidrio opaco a las radiaciones de origen solar o sistemas de protección solar.

“Los vidrios absorbentes y reflectantes pueden reducir las ganancias de calor por radiación, con un coeficiente casi lineal entre factor solar y transmisión luminosa, es decir, tanto como reducen la luminosidad, reducen la transmisión al interior de la energía incidente”.<sup>14</sup>

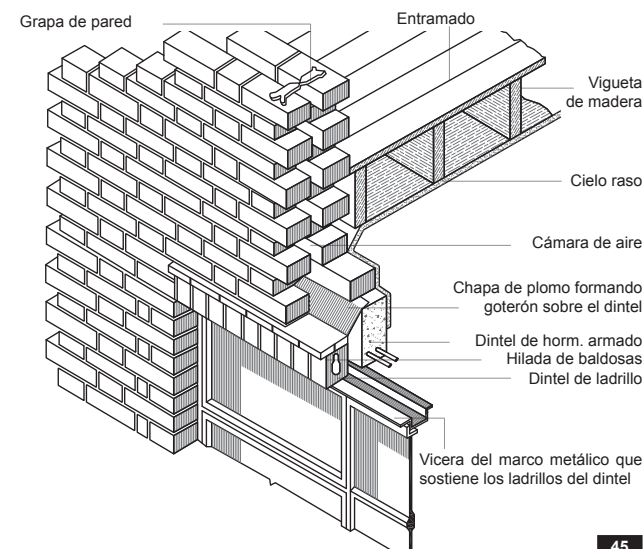
Existen sistemas de protección solar en el interior del edificio como: cortinas o lamas de diversos materiales, cuya eficacia será

muy limitada pues no reducen la energía térmica incidente sobre la fachada, lo cual implica buscar diferentes estrategias que ofrezcan protección solar en el exterior del cerramiento proyectando sombras sobre el vidrio y acumulando calor para disiparlo al ambiente. Se muestra en las *imágenes 37, 38 y 39* los intercambios en épocas de calefacción, refrigeración e intercambio a través de la fachada que alteran las condiciones ergonómicas y de confort del usuario.

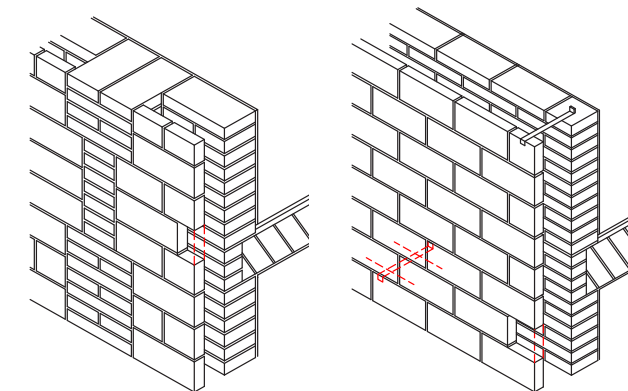
Por ejemplo el parasol del Ministerio de Río (*imagen 40*), donde Le Corbusier se anticipa muchos años a nuestros diseños con su propuesta, en el cual el parasol de hormigón reduce drásticamente la insolación sobre el vidrio, al tiempo que acumula calor, además, la pared recupera ese papel plástico que pierde con la envolvente continua.

“Las ganancias por insolación del vidrio expuesto (radiación directa) son hasta diez veces mayores que en el vidrio en sombra (radiación difusa). El problema de diseño es complicado, por las interferencias que crea con la visión, y las posibles variantes a las diferentes orientaciones y a lo largo del día”.<sup>15</sup>

Una buena alternativa para evitar la radiación solar se encuentra en el uso de filtros externos, como persianas y celosías como es el caso del proyecto C1. (*Imagen 41*)



45



46

47

45: El Cavity Wall según la “Construcción Moderna” de Warland, editado en España en 1947

46: Esquema del tabique pluvial con apoyo en manchones de la medianería.

47: Esquema del tabique pluvial estabilizado por fijaciones metálicas.

14 Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 14.

15 Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 15.



En definitiva los intercambios que se dan a través de la fachada son:

- Radiación solar a través del cerramiento; Energía incidente, reflejada, transmitida, absorbida.
- Conducción a través del cerramiento.
- Cargas interiores por equipos informáticos, iluminación interior, personas, etc.
- Convección.
- Zona perimetral de la fachada de mayor discomfort.
- Zona interior del edificio con mayor uso de iluminación artificial.
- Ventilación natural.
- Pared fría.
- Contaminación acústica.
- Iluminación natural, deslumbramiento y vistas interior-externo.
- Velocidad y temperatura del aire climatizado.

### 3.3.9. LUZ Y VISIÓN

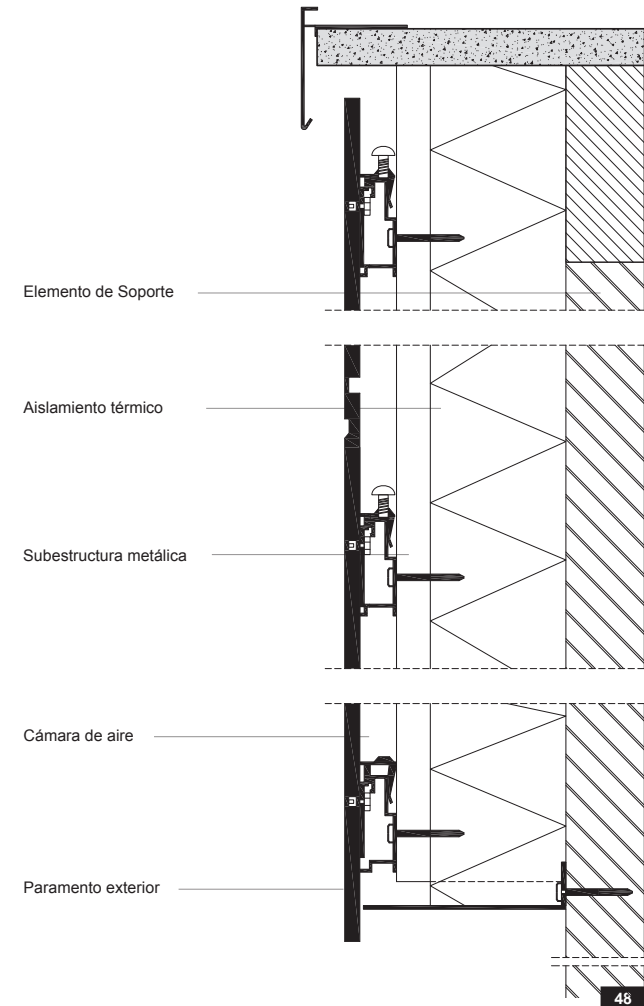
La transparencia del muro cortina permite

la iluminación natural y la contemplación del paisaje pero esta plantea problemas como: la transparencia de radiaciones térmicas y la transparencia luminosa, para estas se debe regular luz y visión, logrando una iluminación uniforme en amplias zonas del edificio, minimizando la luz artificial, lo que implica una proporción razonable entre altura de fachada y fondo edificado.

Por ejemplo el tratamiento superficial del vidrio es una buena estrategia para controlar las propiedades ópticas del cerramiento en el Museo O de Nagano (*imagen 42*).

“A esta relación atienden característicamente los edificios del Movimiento Moderno, pero la construcción contemporánea ha superado ampliamente ese umbral, y en muchos edificios en altura la fachada acristalada es poco más que un horizonte para el usuario. Además, con el empleo de vidrios de control solar reflectantes y de baja transmitancia, el nivel de iluminancia adecuado se tiene que obtener casi exclusivamente con luz artificial”.<sup>16</sup>

Existen estrategias óptimas para controlar las propiedades del cerramiento tales como: tratamientos superficiales del vidrio o reflectores y filtros opacos o traslúcidos, tanto en el interior como en el exterior, que permitan una iluminación difusa y modulada. (*Imagen 43*)



48: Sección vertical de fachada ventilada con paneles trespasa y fijaciones ocultas.

<sup>16</sup> Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 16.



También los brillos, contrastes, deslumbramiento o luminosidad excesivos pueden ser perjudiciales para determinadas actividades, en todo caso, los beneficios de la luz natural superan sus inconvenientes, y una adecuada planificación de su combinación con la artificial nos permite ahorrar energía y conseguir que el usuario pueda participar y manipular el ambiente, las vistas del entorno y desde el entorno, de día o de noche o a lo largo del año.

### 3.3.10. VENTILACIÓN

En los primeros muros cortina, el desarrollo de sistemas de climatización mecánica generaba problemas debido a los elementos practicables, lograr elementos suspendidos de apenas un par de puntos, con juntas estancas al aire y al agua que sean móviles, exigía perfiles más complejos, que necesariamente tendrían aumentar de sección rompiendo la continuidad del enrejado.

Con la aparición de la carpintería de acero se estudiaron muchas soluciones bien interesantes al hueco practicable, especialmente aquellas menos intrusivas, como las correderas, de guillotina, pivotantes o basculantes, y con las extrusiones de aluminio se difundieron perfilierías de secciones siempre crecientes, primando la estanqueidad o la ligereza sobre otros aspectos, evitando que la ventilación natural desequilibre el sistema de acondicionamiento.

En consecuencia, los sistemas van incorporando batientes, generalmente proyectados hacia el exterior, con perfiles compatibles y herrajes incorporados, incluso con perfiliería ocultas resueltas con silicona estructural es decir sistemas más flexibles y regulables por el usuario.

También, se aplica en los sistemas de doble piel donde se consigue una mayor integración de la ventilación natural a la fachada, además de que el problema constructivo se simplifica al proteger la hoja externa a los batientes de la lluvia y presión del viento.

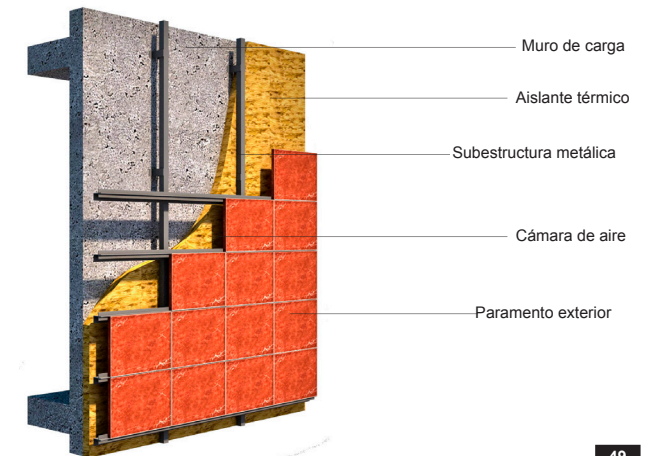
### 3.3.11. LIMPIEZA

A partir de cierta altura y según el tipo de acristalamiento, los edificios necesitan un sistema para limpiar los muros cortina (*imagen 44*), entre estos están:

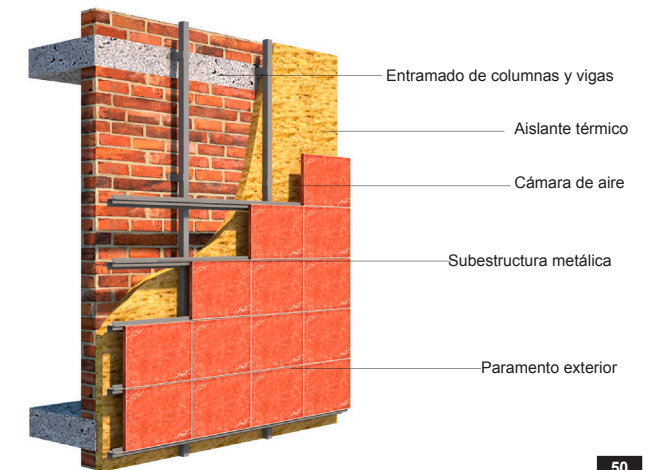
**a.** Cabina suspendida de un grúa sobre carriles horizontales. Para salvar las esquinas pueden emplearse carriles curvos o placa giratoria. El brazo de la grúa, con la cabina, puede girar hacia dentro.

**b.** Cabina suspendida de una grúa con carriles superpuestos. El paso de las esquinas sólo puede hacerse mediante carriles curvos. El brazo de la grúa, con la cabina, puede girar hacia dentro.

**c.** Cabina suspendida de una grúa que se



49



50

49: Aplicación de la fachada ventilada en un muro de carga.

50: Aplicación de la fachada ventilada en un entramado de vigas y columnas.



mueve sin carriles. Condiciones: que la superficie de la cubierta sea plana y resistente, y se coloquen en ella guías convenientemente dispuestas.

**d.** Brazo de grúa Universal. Los tipos A, B y C pueden equiparse con los brazos de guía Universal. Ventaja: la distancia entre la cabina y la fachada puede variarse a voluntad. Se puede subir a la cabina desde la superficie de la cubierta. Cuando no se trabaja, la altura del apartado es mínima.

**e.** Conjunto de cabina- elevador que puede ser utilizado en varios edificios, hasta de 25m de altura. Sólo es necesario un aparato.

**f.** Cabina suspendida de una guía en la cara inferior de una losa en voladizo. Es necesario un lugar de acceso seguro. Toma de corriente eléctrica por carril”.<sup>17</sup>

### 3.4. FACHADA TRANSVENTILADA O VENTILADA

#### 3.4.1. DEFINICIÓN

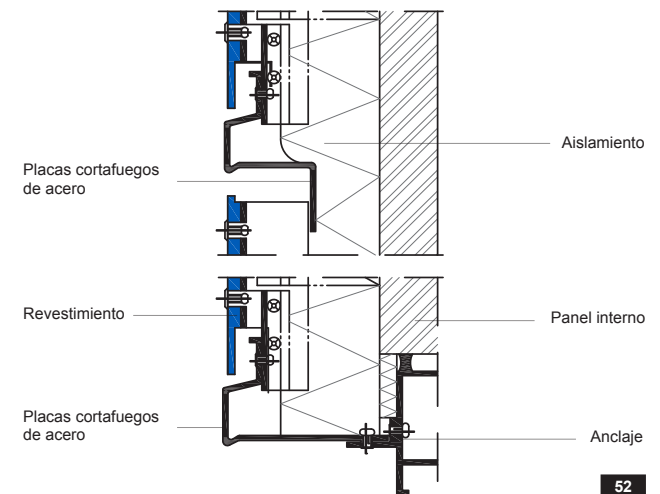
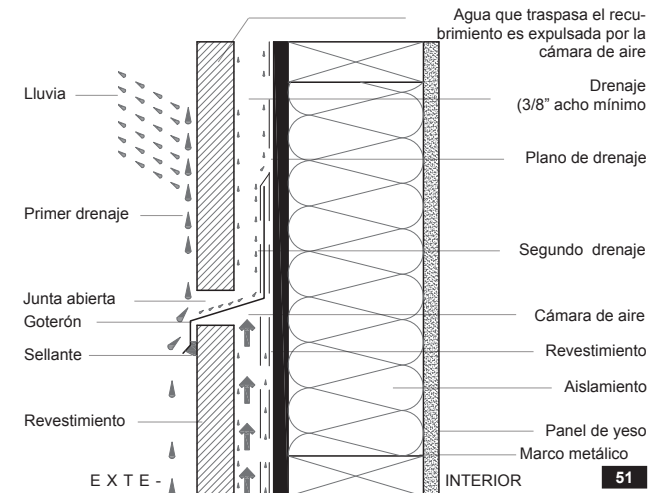
Se define fachada ventilada como un “ceramiento multicapa de doble hoja que introduce una cámara ventilada en su interior”.<sup>18</sup>

#### 3.4.2. HISTORIA

La fachada ventilada se originó en el segundo cuarto del siglo XX en Inglaterra, con la aparición del Cavity Wall, un muro inglés de dos hojas de medio pie con cámara ventilada entre ellos y fijaciones de la hoja exterior con lanas de acero galvanizado. La altura del muro tradicional se limitaba a tres plantas puesto que se trataba de construcciones con muros portantes de ladrillo como se muestra en la *imagen 45*.

La misión de la cámara de aire en este modelo anglosajón es la de evacuar las humedades que atravesasen la hoja exterior. Los alambres que forman las grapas de unión, son los únicos contactos entre las dos hojas y un pliegue central formará el goterón para asegurar que, aunque el muro exterior se empape, difícilmente llegará agua a la hoja interior.

Otro antecedente de la fachada ventilada es el tabique pluvial mediterráneo (*imagen 46*) donde la cámara de aire es utilizada para proteger medianeras y azoteas. Es una solución adecuada, pues además de la evacuación de las aguas por ventilación añade la protección solar de los elementos interiores. El calor que la cámara acumula se evacúa por convección y el elemento interior queda protegido de los aportes solares directos.



51: Protección del agua mediante visera o goterón.

52: Aplicación de cortafuegos en la fachada ventilada.

<sup>17</sup> Fengler, M. *Estructuras resistentes y elementos de fachada*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1968: XXXII.

<sup>18</sup> Miquel, Carlos. *Seminario de innovación Tecnológica. La Fachada Ventilada*. Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Cuenca, 2013.



El soporte del tabique pluvial se ha hecho con macizos de ladrillo volados respecto al muro medianero interior, formando unos pilastrones que sobresalen 15cm y presentan unos retallos en los que se apoya el tabique. Y a finales de siglo se utilizó una especie de escarpia metálico como único elemento de soporte del tabique libre. (Imagen 47)

Por tanto la ventaja de estos tipos de envolventes es mejorar el comportamiento de la fachada ante las infiltraciones de agua lluvia, la misma que ha evolucionado e incorporado aislamiento térmico en la cámara, el aligeramiento de la hoja exterior, y la utilización de nuevos materiales de acabado, hasta lo que hoy conocemos por Fachada Ventilada.

### 3.4.3. VENTAJAS

- Protección del cerramiento interior y del aislamiento frente a la acción del viento, la lluvia y la radiación solar.
- Eliminación de puentes térmicos.
- Disminución de los aportes solares en condiciones de verano.
- Optimización el confort térmico interior gracias a la cámara de aire que queda entre los dos muros.
- Facilidad de montaje.

- Facilidad de mantenimiento.
- Solución válida para rehabilitación de edificios sin molestias para los ocupantes y sin afectar a sus superficies útiles.
- Sistema versátil pues permite efectuar diferentes tipos de ventilación.
- Utiliza diversas materialidades en la fachada interior, manteniendo siempre la parte exterior con un aspecto independiente.

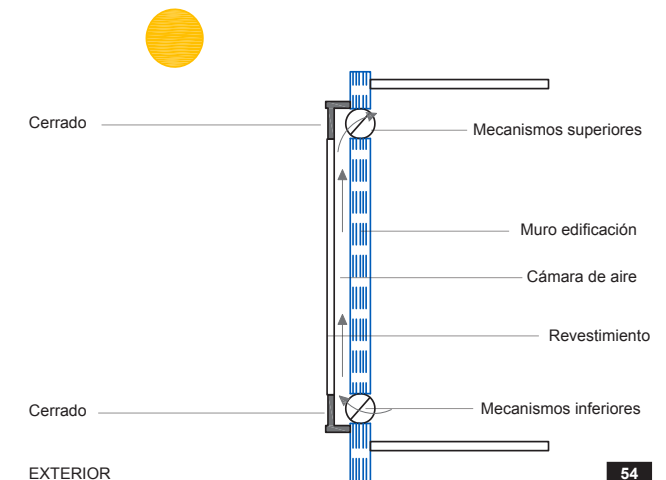
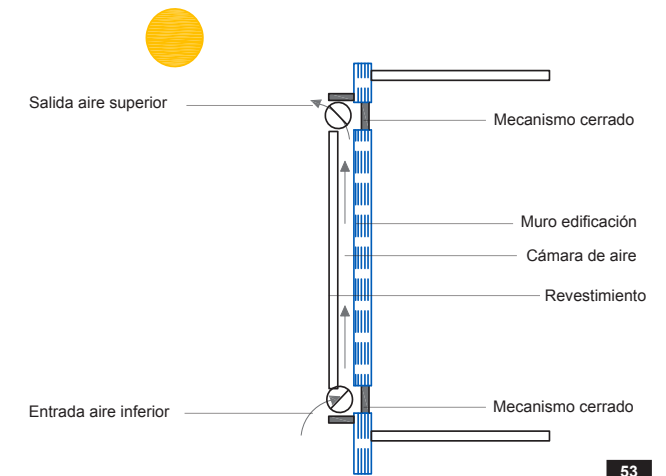
### 3.4.4. DESVENTAJAS

- Costo más elevado que el de otras intervenciones de aislamiento en fachada.
- El mantenimiento y el coste de sustitución debe ser realista y amortizable para la propiedad del edificio.

### 3.4.5. CLASIFICACIÓN

Las fachadas ventiladas se clasifican en:

- Fachada pesada.** Compuesta de muros de fábrica o de perpiaños (concepto: cavity wall).
- Fachada semipesada.** Compuesta por placas delgadas de materiales pesados, cerámicas, etc.



53: Sistema operativo en épocas de calor.  
54: Sistema operativo en épocas de frío.



**c. Fachada ligera.** Compuestas por placas de resinas termo endurecibles, paneles sándwich metal /plástico /metal, etc.

### 3.4.6 COMPONENTES BÁSICOS

Los componentes básicos de la fachada ventilada son (imagen 48):

#### a. ELEMENTO SOPORTE

“Es el encargado de dar estabilidad a la composición, dotar de propiedades de aislamiento acústico al sistema y servir de soporte para el acabado interior de la edificación y el aislamiento térmico.”

Existen dos tipos de elementos de soporte, según el sistema estructural del edificio:

- **Muro de carga.** La subestructura se ancla directamente con anclajes puntuales. Las características acústicas dependerán directamente de su materialización, y este servirá de soporte directo tanto para el acabado interior como para la capa de aislante térmico. (Imagen 49)

- **Entramado de columnas y vigas.** La subestructura se ancla a estos mediante anclajes de sustentación. Sobre el forjado se apoyará una hoja de cerramiento de fábrica sin carácter estructural, encargado de recibir los esfuerzos horizontales a través de los anclajes de retención, así como las funcio-

nes aislantes acústicas y servir de soporte para el aislante térmico. (Imagen 50)

#### b. AISLAMIENTO TÉRMICO

Se refiere a la alta resistencia térmica que para su buen funcionamiento es indispensable que el aislante térmico recubra todo el paramento de forma continua, eliminando los posibles puentes térmicos.

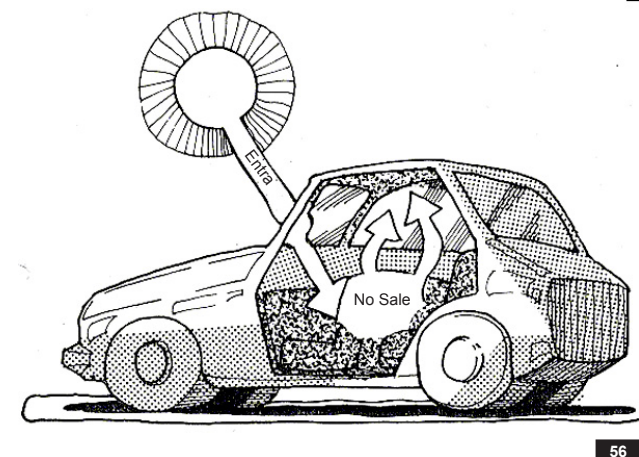
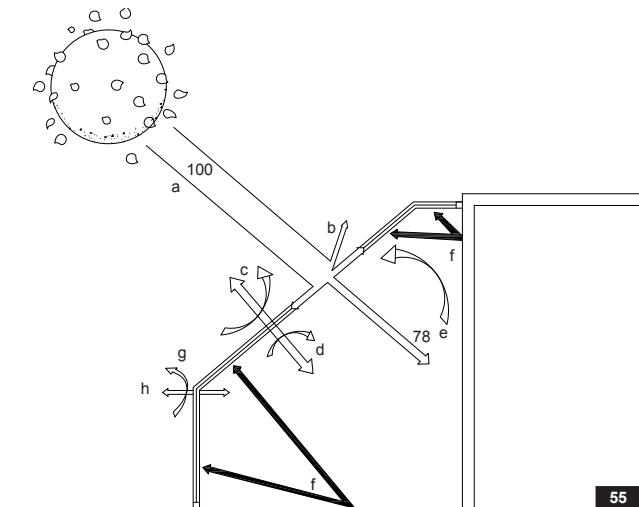
Existen en el mercado un gran número de aislantes térmicos, como el poliestireno extruido, poliuretano, fibras de vidrio, etc.

#### c. SUBESTRUCTURA METÁLICA

Es un entramado de perfiles metálicos que sostienen la capa exterior separada suficientemente del sistema para crear la cámara de aire necesaria para el correcto funcionamiento de la fachada ventilada, siendo la encargada de recibir y transmitir al elemento de soporte las acciones verticales aplicadas, el peso de la hoja exterior y el propio peso y los esfuerzos horizontales del viento.

Los materiales utilizados generalmente son el aluminio y el acero, pudiendo resolverse en entramados con elementos puntuales, elementos lineales verticales o elementos verticales y horizontales.

El aluminio por su ligereza y su amplio abanico de posibilidades de diseño, al ser



55: Efecto invernadero en un local.

56: Efecto invernadero en un coche expuesto al sol.

un elemento extruido. En contrapartida están la baja resistencia y la mayor deformabilidad, si lo comparamos con el acero.

El acero es utilizado en las subestructuras, normalmente en chapas galvanizadas conformadas en frío por plegado, sin embargo, se utilizan poco por su alto costo.

#### d. CÁMARA DE AIRE

Es el espacio que permite la ventilación por el trasdós, aumentando la eficiencia energética de estas fachadas, mejorando el comportamiento del aislamiento térmico, la eliminación de puentes térmicos y la protección contra el agua.

#### e. PARAMENTO EXTERIOR

Las funciones principales del paramento exterior son:

- Configurar la cámara de aire y permitir su correcta ventilación.
- Recibir las acciones horizontales directamente aplicadas y transmitir las a la subestructura de la fachada ventilada.
- Contribuir con la estética que deberá cumplir con las exigencias de la cultura contemporánea.



57: Aislamiento conductivo: poliuretano proyectado por el exterior.  
58: Aislamiento convectivo: cámara de aire.

59: Aislamiento radiante: acabado blanco de un pueblo andaluz (Benalmádena, Málaga, España).  
60: Aislamiento orgánico: cubierta vegetal (vivienda popular en Noruega).





### 3.4.7. LA IDONEIDAD CONSTRUCTIVA Y FUNCIONAL DE LA FACHADA VENTILADA

#### 3.4.7.1. RESISTENCIA MECÁNICA

La fachada ventilada no asume en si ninguna función estructural ni función de resistencia salvo la de transmisión de acciones horizontales (como el viento) a la estructura principal del edificio.

Como norma general, la solución de fachada ventilada supone un aligeramiento del peso propio de las fachadas frente a la solución convencional de cerramiento de doble hoja, al sustituir a la hoja exterior.

La subestructura del sistema de fijación determina el modo en que las acciones del viento sobre las placas se transmiten al edificio, ya sea a través de la hoja de cerramiento soporte (montantes con anclajes puntuales a la fábrica), o a través de los forjados (montantes auto portantes fijados a los frentes del forjado).

“La resistencia a succión del viento es un parámetro crítico para la resistencia al arranque de las placas, especialmente en el caso de emplear remaches grapas u otros anclajes puntuales”.<sup>19</sup>

#### 3.4.7.2. COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO Y AHORRO ENERGÉTICO

El comportamiento térmico de la fachada ventilada es su mayor ventaja pues permite la evacuación de una gran parte del calor de radiación solar hacia la atmósfera, y no hacia el interior del edificio.

La fachada ventilada es un sistema constructivo de aislamiento térmico por el exterior, desplazando el riesgo de condensaciones intersticiales desde el cerramiento soporte y atenuándolo en el estrato de aislamiento. Dependiendo de la anchura del conducto, la distribución del material aislante, la intensidad de la radiación solar, la resistencia térmica de la hoja exterior y la textura del material de los módulos que delimitan la cámara de aire.

Por ejemplo una hoja “pesada” al interior (200 kg/m<sup>2</sup>), supone la presencia de una temperatura interior fresca durante el día y cálida durante la noche, lo que aumenta el confort interior y reduce las cargas térmicas.

La fachada representa una segunda piel, apantallando en verano la incidencia de la radiación solar y comportándose durante el invierno como una capa de aislamiento térmico ventilado, que evita la infiltración de humedad en el material.

El peso y el color del aplacado son fac-



61



62



63

61: Espuma elastomérica

62: Lana de vidrio

63: Láminas de corcho

<sup>19</sup> Consuegra, Fernando. *Proyecto Reconsost*. España, 2008: 6.

tores de contribución a la “inercia térmica”<sup>20</sup> de la parte correspondiente al aplacado exterior.

### 3.4.7.3. ESTANQUEIDAD

La impermeabilidad del sistema debe estar garantizada con objeto de que las aristas de las placas en la parte superior de la fachada y en los elementos de carpintería exterior o fábrica queden protegidas por viseras que no impidan el fluido de la ventilación. (Imagen 51)

### 3.4.7.4. PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

En lo referente a la prevención frente al incendio, el material del aplacado y del aislamiento térmico deben ser de carácter ignífugo de preferencia, debido a que este material conforma una pared situada detrás del aplacado, que determina condiciones de propagación de la llama. (Imagen 52)

A continuación la clasificación de los materiales según su reacción al fuego:

- **“M0:** material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales yesos, lana de roca, etc.)

- **M1:** material combustible, pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices innifugos, etc.)

- **M2:** material con grado de inflamabilidad baja (madera)

- **M3:** material con grado de inflamabilidad media.

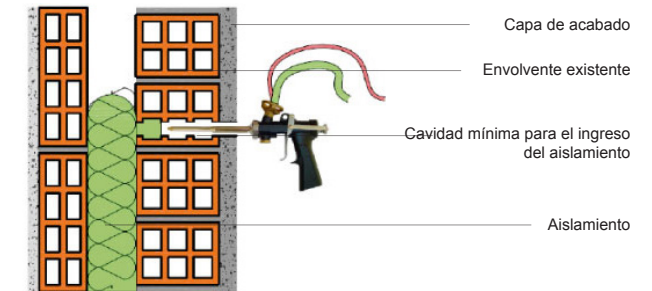
- **M4:** material con grado de inflamabilidad alta”.<sup>21</sup>

### 3.4.7.5. COMPORTAMIENTO ACÚSTICO

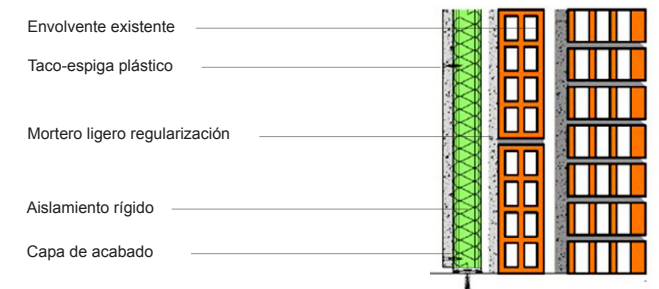
En lo referente al comportamiento acústico del sistema, contribuye al aislamiento acústico del edificio respecto al ruido exterior si existe un aplacado continuo y no cuando las juntas permanecen abiertas.

### 3.4.7.6. PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

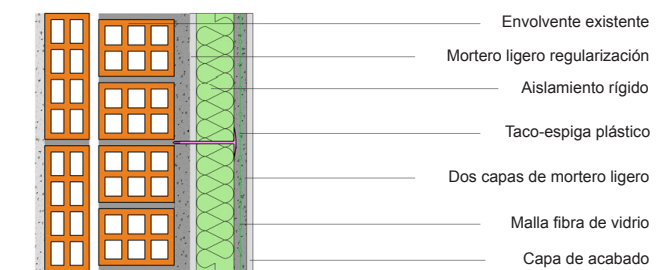
“La física de la fachada ventilada basa su funcionamiento en el principio del efecto chimenea. La incidencia de radiación solar en la delgada envolvente produce un calentamiento del material que, por conducción, llega a la superficie interior del mismo. Entonces el aire de la cámara comienza a elevar



64



65



66

64: Material aislante inyectado en un muro con cámara de aire.

65: Material aislante aplicado desde el interior.

66: Material aislante aplicado desde el exterior.

<sup>20</sup> Inercia térmica: es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe.

<sup>21</sup> CoAC. Nueva clasificación europea de reacción y resistencia frente al fuego. 2005: 4.





su temperatura por medio de mecanismos convectivos de transmisión de energía.

A medida que la cámara de aire sigue aumentando su temperatura, la diferencia de presión aumenta, el aire comienza a elevarse al interior de la cámara ejerciendo en la parte baja de la cámara una succión de aire fresco exterior, al mismo tiempo que en la parte superior de la cámara se evacúa el aire del interior”.<sup>22</sup>

La convección de aire se convierte entonces en el motor de la fachada ventilada y la ventilación en el medio de evacuación de humedad. La velocidad del flujo de aire es vital para definir la cantidad de renovaciones que se efectuarán en la cámara de aire.

La fachada ventilada en climas cálidos (*imagen 54*) es una pantalla protectora solar y la ventilación actúa como regulador térmico enfriando la piel interior e impidiendo que el calor exterior entre al interior del edificio, en climas fríos (*imagen 53*) actúa como un aislante térmico y como un acumulador de calor que puede contribuir a la calefacción interior.

Finalmente toda envolvente de la edificación crea ambientes confortables, gratos, reduce el gasto de energía no renovable, favoreciendo a la economía y medioambiente.

### 3.5. EL EFECTO INVERNADERO

El nombre del efecto invernadero proviene de su primitiva aplicación en invernaderos agrícolas, su principal aplicación se produce en los sistemas pasivos de captación directa. (*Imagen 55*)

a. La radiación solar de onda corta no incide totalmente en el vidrio debido a que parte se refleja y parte es absorbida por el mismo.

b. El 7% del total de incidencia es reflejado y esto es en función del ángulo de incidencia y del contenido del hierro del vidrio.

c. El 10% de la energía absorbida por el vidrio es cedida al exterior, debido a la diferencia de temperatura entre el vidrio y los objetos exteriores, y del mayor coeficiente de transmisión por convección.

d. El 5% de la energía absorbida por el vidrio es cedida al interior, por radiación y convección.

e. El resto de la radiación penetra calentando los cuerpos contra los que incide, paredes, suelo, plantas, muebles, etc. aunque no directamente el aire, ya que la energía radiante se comporta de este modo. Sin embargo, el aire termina calentándose por convección al ponerse en contacto con los objetos previamente calentados por radiación.

Material Resistibilidad	Densidad	Conductividad	
	kg/m <sup>2</sup>	(k) W/m C	(1/K)mC/W
Panel aislante de amianto	750	0,12	8,30
Alfombra			
Base de fieltro de lana	160	0,045	22,20
Base de goma celular	400	0,10	10
Hormigón	2,4	1,83	0,55
Corcho	540	0,085	11,80
Tablero de fibra aislante	260	0,05	20
Lana de vidrio	25	0,04	25
Lana mineral			
Fieltro	50	0,039	25,60
Manta	80	0,038	26,30
Semirrígida	130	0,036	27,80
A granel, plancha o manta	180	0,042	23,80
Plásticos			
Celulares	30	0,038	26,30
Panel de espuma fenólica	50	0,036	27,80
Poliestireno expandido	25	0,034	29,40
Espuma de poliuretano (envejecido)	30	0,026	38,50
Pvc y goma		0,40	2,50
Madera contrachapada		0,15	6,70
Tablero de partículas de madera	800	0,15	11,80

T01

<sup>22</sup> Hunter Douglas. *Guía básica para fachadas ventiladas y protección solar: Envolventes inteligentes.*

T01: Propiedades térmicas de algunos materiales para suelos.

f. Todos estos cuerpos calientes, independientes de ceder calor por convección, emiten energía por radiación con una longitud de onda de unos 11.000 nm, longitud para la que el vidrio es completamente opaco, logrando que el vidrio actúe como una trampa de calor que permite la entrada de energía pero no su salida, consiguiendo que se caliente constantemente el interior. Por ejemplo el interior de un coche expuesto al sol. (*Imagen 56*)

g, h. A pesar de ello, es indudable, que se pierde calor. En primer lugar, la radiación de onda larga emitida desde el interior, al incidir sobre el vidrio, aunque no logre atravesarlo, lo calienta, y, en segundo lugar, se calienta igualmente por convección en contacto con el aire interior, dando la posibilidad a esta energía de perderse por convección o por la propia irradiación del vidrio caliente hacia el exterior.

Para evitar las pérdidas de calor se recomienda realizar los siguientes procedimientos:

- Emplear vidrios dobles con tratamiento bajo emisivo en una de sus caras, la que queda a la cámara del vidrio interior, reduce la pérdida por radiación.

- Usar vidrio aislante, reduce las pérdidas por transmisión y también la radiación compacta.

- No permitir que el aire del invernadero se caliente excesivamente, lo que llevaría a grandes pérdidas por transmisión, para evitarlo se debe evacuar el aire caliente hacia la habitación contigua sustituyéndolo con aire frío de esa misma habitación.

- Acumular calor en elementos sólidos como: paredes, suelos o techos del invernadero para evitar que el aire se caliente excesivamente.

### 3.6. EL AISLANTE TÉRMICO

El aislamiento de un elemento constructivo está vinculado a tres mecanismos que utiliza la naturaleza para transferir el calor que son: conducción, convección y radiación. Existen cuatro tipos de aislamiento:

#### a. AISLAMIENTO CONDUCTIVO

Reduce el ritmo de transmisión de calor a través de los cerramientos, aplicable cuando la diferencia de temperatura supera los 10°C entre el interior y el exterior. Por ejemplo el poliuretano proyectado por el exterior. (*Imagen 57*)

#### b. AISLAMIENTO CONVECTIVO

Disipa el calor absorbido por la capa exterior a través de la cámara de aire (*imagen 58*). Es utilizado en lugares donde la carga solar es elevada y se quiera romper la onda

Factores de reflexión típicos de algunos acabados de pintura mate	
Blanco	0,85
Amarillo claro	0,82
Amarillo intenso	0,70
Naranja	0,54
Azul claro	0,45
Naranja intenso	0,28
Rojo intenso	0,17
Verde oscuro	0,09
Negro	0,05

T02

T02: Factores de reflexión de algunos acabados de pintura mate.



térmica que se genera entre el exterior irradiado y el interior.

### c. AISLAMIENTO RADIANTE

Evita que las superficies se calienten al reflejar la energía radiante que llega a ellos. Es aplicable en el interior en forma de superficies o tratamientos reflectantes, sirve para conservar el calor interior, que de otro modo calentaría la superficie interior y se transmitiría hacia fuera. Por el exterior, en forma de colores claros, porque evita el calentamiento solar de la fachada. (Imagen 59)

### d. AISLAMIENTO ORGÁNICO

En forma de vegetación activa, para proteger los cerramientos y fundamentalmente las cubiertas de la radiación solar (imagen 60); la vegetación absorbe la radiación solar pero, a diferencia de una superficie inorgánica, no se calienta, sino que invierte esa energía en los procesos fotosintéticos, conservando su temperatura al disipar el resto mediante la evapotranspiración que se produce en sus hojas. Por tanto, es un aislamiento adecuado contra la radiación solar.

## 3.7. LOS MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS

El aislante térmico es el material más significativo de un cerramiento, este se puede omitir cuando las condiciones climáticas son

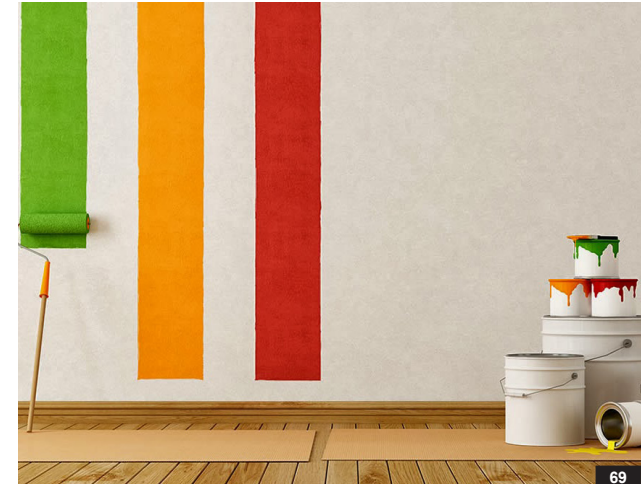


67



68

67: Yeso en paredes.  
68: Yeso en cielo raso.



69



70

69: Pintura.  
70: Papel.



muy benignas. “Se pueden considerar soluciones constructivas aislantes aquellas que empleen materiales con una conductividad térmica de menos de  $0,10 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ .”

Existe en el mercado una gran variedad de materiales aislantes con diferencias en: su origen, forma física, su forma de aplicación y comportamiento ante las diferencias térmicas, pero comparten un factor determinante como es la conductividad térmica. Por su origen los materiales aislantes se pueden dividir en:

### 3.7.1. MATERIALES AISLANTES DE ORIGEN SINTÉTICO

“Son materiales poliméricos procedentes del petróleo por síntesis de monómeros”.<sup>23</sup> Por ejemplo la espuma de poliuretano, o el poliestireno extrusionado, espuma eslastomérica, etc. (Imagen 61)

### 3.7.2. MATERIALES AISLANTES DE ORIGEN MINERAL

“Están constituidos por productos de origen mineral, como arcilla, perlita, lana de roca, etc.”.<sup>24</sup> Por ejemplo la lana de vidrio, la lana de roca, la arcilla aislante, etc. (Imagen 62)

### 3.7.3. MATERIALES AISLANTES DE ORIGEN VEGETAL

“Elaborados a partir de productos de origen vegetal, como madera, corcho, caña, paja, etc., que reducen la transferencia de calor, consiguiendo un ahorro energético por la reducción de pérdidas en la envolvente de la edificación. Su capacidad aislante se debe a que el tejido vegetal está formado por la agrupación de células muertas dispuestas muy regularmente y próximas entre sí con escasos espacios intercelulares.”<sup>25</sup> (Imagen 63)

Las aplicaciones de los materiales aislantes y sus formas de comercialización son los siguientes:

- Panel rígido, para cerramientos verticales u horizontales.
- Manta flexible, para cerramientos horizontales.
- Panel flexible, para superficies irregulares.
- Inyección o relleno, en cámaras de aire.
- Proyección, sobre superficies irregulares o techos.



<sup>23</sup> Internet: [http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento\\_con\\_materiales\\_de\\_origen\\_sintetico.PDF](http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento_con_materiales_de_origen_sintetico.PDF)

<sup>24</sup> Internet: [http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento\\_materiales\\_origen\\_mineral.PDF](http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento_materiales_origen_mineral.PDF)

<sup>25</sup> Internet: [http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento\\_con\\_materiales\\_de\\_origen\\_vegetal.PDF](http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Aislamiento_con_materiales_de_origen_vegetal.PDF)

71: Cerámica.  
72: Madera.



- Coquilla, para tuberías.
- Aditivo, para morteros.

Las diferencias de los materiales aislantes se agrupan en condiciones básicas y condiciones secundarias.

#### a. CONDICIONES BÁSICAS

Son aquellas que afectan directa o indirectamente a su comportamiento térmico entre ellas tenemos la: conductividad térmica, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua, absorción de agua.

#### b. CONDICIONES SECUNDARIAS

Son aquellas que afectan al material desde otros puntos de vista: comportamiento mecánico, ante agresiones químicas o biológicas, envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones, deformación bajo carga, comportamiento ante parásitos, comportamiento frente al fuego, etc.

#### 3.7.3.1. TIPOS DE MATERIALES AISLANTES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION

Existen dos familias de materiales aislantes usualmente empleados en la construcción son los poliestirenos expandidos y las lanas de vidrio (fibras de vidrio). Su colocación generalmente en paneles rígidos o se-

mirrígidos se sitúan en capas intermedias, no es necesario la adición de una cámara de aire en contacto con el aislamiento, salvo en problemas de humedades. Para mejorar cerramientos existentes se pueden dar las siguientes soluciones:

- Si el cerramiento tiene cámara de aire, puede inyectarse un material aislante, con mayor o menor densidad, dependiendo del espesor de la cámara (*imagen 64*). También se puede aplicar la técnica del relleno, siendo necesario verificar el correcto relleno de la cámara evitando los posibles puentes térmicos, ya sea por defecto del relleno o inyección o por retracción del material.

- El aislamiento por el interior, ya sea con paneles rígidos o con proyección, genera una reducción en el espacio útil del local, lo que en determinadas ocasiones hace inviable esta solución. Los materiales aislantes adheridos a una base de cartón-yeso, los paneles rígidos de vidrio celular para enlucir, o los aislantes de origen vegetal, como el corcho o la fibra de madera, que pueden quedar vistos, son la solución a los problemas de espacio, ya que no precisan trasdosado. (*Imagen 65*)

- El aislamiento por la cara exterior del cerramiento es una solución muy apta para los edificios con problemas de espacios, al mismo tiempo que permite eliminar gran parte de los puentes térmicos tales como: sopor-



73



74

73: Piedra: Mármol.  
74: Hormigón pulido.



tes y vigas embebidas, hornacinas, cantos de forjados, etc. Los materiales más utilizados son los que admiten la proyección como la espuma de poliuretano. (Imagen 66)

- En las zonas donde existe discontinuidad en la cámara de aire tales como: soportes y vigas embebidas en el muro, hornacinas, etc., se aplicará sistemas con trasdosado, generalmente con aislantes de alta densidad para reducir espesores, o con aislantes sin trasdosado, en forma de panel rígido o proyectado, directamente por el interior, o por el exterior.

- Si se quiere rehabilitar una cubierta plana, se aplica el sistema de la cubierta invertida para esto se incorpora el aislamiento sobre el impermeabilizante de la cubierta lo que garantizará un aumento de vida útil, al evitar la incidencia de la radiación solar y de otras inclemencias atmosféricas. Los materiales idóneos para este tipo de aislamiento son los que tienen una baja absorción de humedad como el poliestireno extruido, pero necesita una protección contra la radiación solar a base de grava suelta.

- Si se quiere rehabilitar una cubierta inclinada sin aprovechar del desván, la colocación de paneles semirrígidos o mantas de lana de vidrio proporciona un aislamiento con una buena relación calidad-costos.

- Si se quiere rehabilitar una cubierta in-



75



76

75: Madera en pisos.  
76: Muestra de aplicación de linóleo en pisos.



77



78

77: Madera en pisos.  
78: Muestra de aplicación de linóleo en pisos.



clinada aprovechando el desván, se puede optar por la proyección interior o incluso exterior, o por la colocación de paneles adheridos.

Actualmente existen sistemas constructivos de aislamiento de cubiertas por el exterior, manteniendo la cubrición existente, que se adaptan a diversos acabados de tejas cerámicas o de hormigón o incluso de fibrocemento, con distintos materiales aislantes conformados como paneles rígidos.

Los forjados de separación entre plantas de un edificio con un acondicionamiento no colectivo, deben ser aislados para reducir al máximo las transferencias de calor a través de ellos. Los materiales aislantes más comunes en este tipo de soluciones es la lana de vidrio y poliestireno expandido.

Una última posibilidad de mejorar la eficiencia energética del edificio es a través de calorifugado de equipos y canalizaciones que transportan fluidos con temperaturas diferentes de la del ambiente donde están ubicados, siempre que se encuentren o discurren por locales no acondicionados, o por el exterior del edificio. Las técnicas más utilizadas son los recubrimientos a partir de lana de roca en equipos con formas irregulares, difíciles de aislar, y las coquillas en canalizaciones, generalmente de espumas elásticas y, en menor medida, para grandes diámetros, de lana de vidrio.

### 3.8. ACABADOS

Al especificar los acabados de un edificio, deben tenerse en cuenta que los materiales deben evaluarse desde tres puntos de vista principales:

1. “El efecto de producción del material sobre el medio ambiente; el impacto del medio ambiental por kilogramo de los procesos de extracción, transporte, fabricación, instalación, demolición y eliminación.

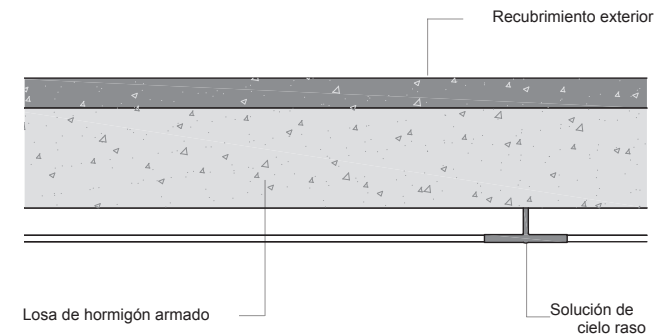
2. El efecto del uso del material sobre el consumo de energía del edificio; rendimiento térmico y rendimiento de iluminación natural.

3. El efecto del material sobre el entorno interior: calidad del aire interior, características visuales y acústicas”.<sup>26</sup>

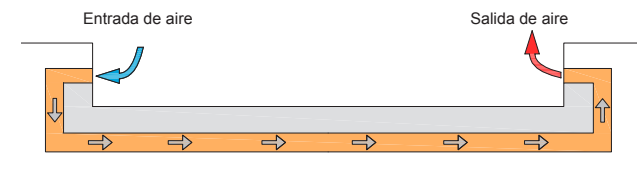
#### 3.8.1. FUNCIÓN DE LOS ACABADOS EN EL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Los acabados ejercerán un efecto positivo o negativo sobre el rendimiento energético y medioambiental del edificio, es importante que estos se definan en fases tempranas del proyecto acompañadas de estrategias de apoyo en etapas posteriores.

<sup>26</sup> *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 88.



79



80

79: Techumbre compuesta por losa.

80: Ventilación de techumbre mediante cámara de aire.

“La función de los acabados en el rendimiento energético del edificio está relacionada principalmente con el rendimiento térmico y rendimiento de la iluminación natural (reflexión y dirección de la luz)”.<sup>27</sup>

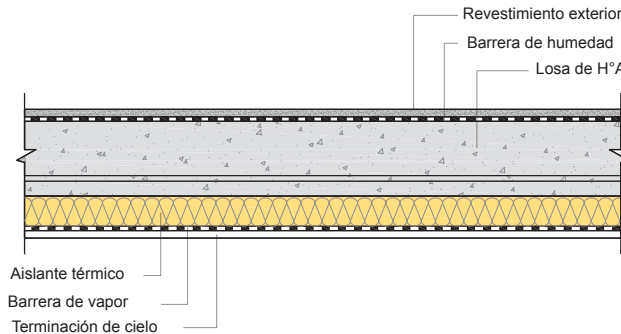
### 3.8.1.1. CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

El diseño solar pasivo del edificio puede estar presente en ciertos elementos, muros y suelos, por ejemplo, como acumuladores térmicos a efectos de calefacción o refrigeración, para que estos elementos funcionen de acuerdo al diseño, deben estar expuestos a la fuente de calefacción o refrigeración y en contacto directo con las corrientes de aire.

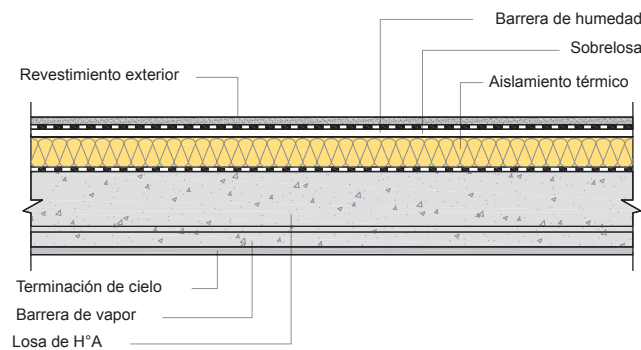
La elección de acabados puede facilitar u obstaculizar esa función térmica. Los acabados oscuros en suelos aumentarán su capacidad de absorción de calor y funcionará como almacén térmico, los acabados de colores claros reflejarán la luz y el calor, y los acabados de baja densidad, como la madera o pavimentos textiles, actuarán como capas aislantes e impedirán la absorción del calor (*tabla 01*). Los suelos técnicos y los falsos techos contrarrestarán el uso de la masa térmica.

Cuando la masa térmica es elevada, el

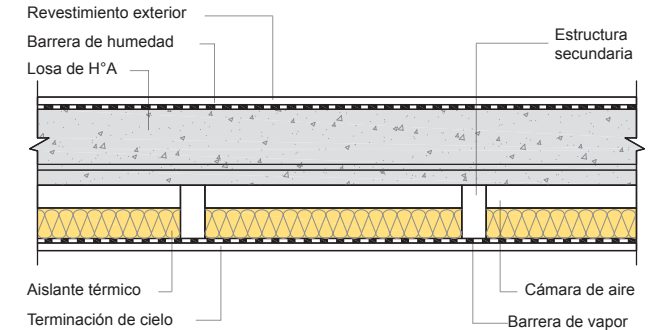
<sup>27</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 88.



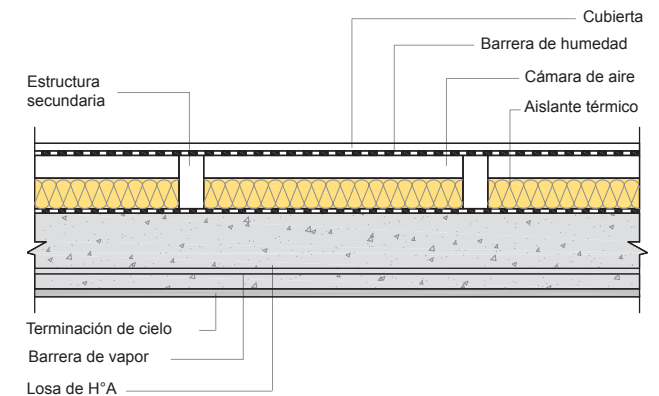
81



82



83



84

83: Instalación de aislante térmico entre losa y solución de cielo más cámara de aire.  
84: Instalación de aislante térmico entre losa y solución de cubierta más cámara de aire.

81: Instalación de aislante térmico entre losa y solución de cielo.  
82: Instalación de aislante térmico entre losa y solución de cubierta.





interior se calentará muy lentamente logrando un ambiente interior más fresco, debido a que las temperaturas en las superficies se mantienen bajas. Esto es ideal en verano pero podría ser desfavorable en invierno.

### 3.8.1.2. ILUMINACIÓN NATURAL

#### a. ILUMINANCIA

La iluminancia es la cantidad de luz o flujo luminoso que incide sobre un cuerpo, indica el nivel lumínico adecuado para un espacio según el tipo de actividad que se desarrolla en dicho espacio su unidad es el lux.

“La iluminancia depende de la cantidad de luz que entra en un espacio, y del color y el acabado de las superficies”.<sup>28</sup>

Los colores claros tienen un mayor grado de reflexión, mientras que la absorción es mayor en los colores oscuros. El uso de acabados claros en el suelo y las superficies verticales hará que la luz se refleje y ayudará a obtener niveles más altos de luz natural, al mismo tiempo que reducirá el contraste entre la zona cercana a las ventanas, donde la luz es más intensa, y las demás superficies. Por el contrario, las superficies más oscuras provocarán una reducción de luz.

#### b. REFLEXIÓN

Las superficies con acabados muy reflectantes pueden causar reflejos molestos en áreas de trabajo, por lo que los acabados mate y semi mate son más recomendables (tabla 02). Mejorar el factor de reflexión del techo aumenta la iluminancia en planos verticales y horizontales.

#### c. COLORES

Los colores deben evaluarse y seleccionarse según sus factores relativos de reflexión y absorción de las superficies, según esto se verá su aporte térmico.

#### d. MOBILIARIO

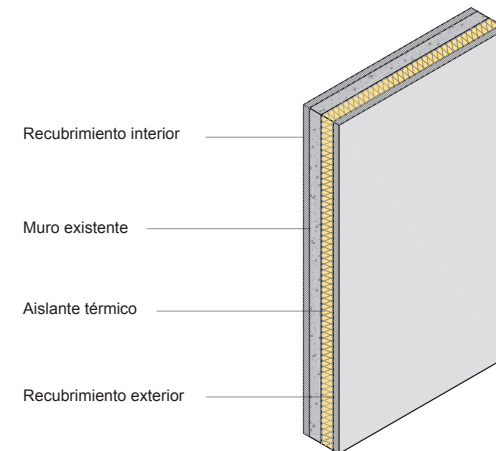
Cuando se interviene en edificios ocupados, las paredes por lo general tienen cuadros, los suelos están cubiertos de muebles y existen estanterías que dan mucha sombra, esto afecta a los acabados en la distribución de la luz natural.

### 3.9. TIPOS DE MATERIALES

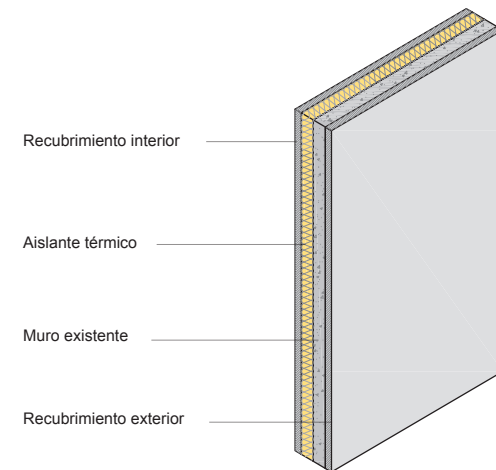
#### 3.9.1. PAREDES Y TECHO

##### a. YESO

El yeso procedente de la desulfuración del gas de combustión es un subproducto de la producción de electricidad, y utilizarlo



85



86

85: Solución aislante por el interior de la vivienda.

86: Solución aislante por el exterior de la vivienda.

<sup>28</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 89.

evita su eliminación como si fuese un residuo, la materia base es el sulfato de calcio dihidratado, cuyo tratamiento requiere mucha energía. La extracción del yeso produce algunos efectos medioambientales, pero el material en si no es tóxico.

En la construcción generalmente se utiliza en revoques y empaste de paredes y techos, es aplicado de diferentes formas: en húmedo con una llana en seco, en forma de paneles, etc.

Se comercializa molido, en forma de polvo, también se lo puede encontrar en forma de paneles para diferentes tipos de revestimientos como el tablero de yeso cartón que puede contener aditivos y el sellante que cubre la junta entre placas contiene una variedad de productos químicos que emiten gases después de la instalación.

## b. PINTURA

La pintura contiene un disolvente (la base), agentes aglutinantes, materiales de relleno y aditivos, como pigmentos, secantes, pulidores y antiespumantes, cada uno de estos ingredientes puede ser perjudicial para la salud y el medio ambiente. Un objetivo medioambiental podría ser reducir la necesidad de usarla como acabado, sobre todo en espacios residuales o de servicio de poco uso.

En aquellos lugares en los que se utiliza pintura, debería ser acuosa y contener la cantidad mínima posible de productos tóxicos o contaminantes. Cuando se especifican pinturas de poliuretano, deberían aplicarse con una brocha o con un rodillo, no con un pulverizador. (Imagen 69)

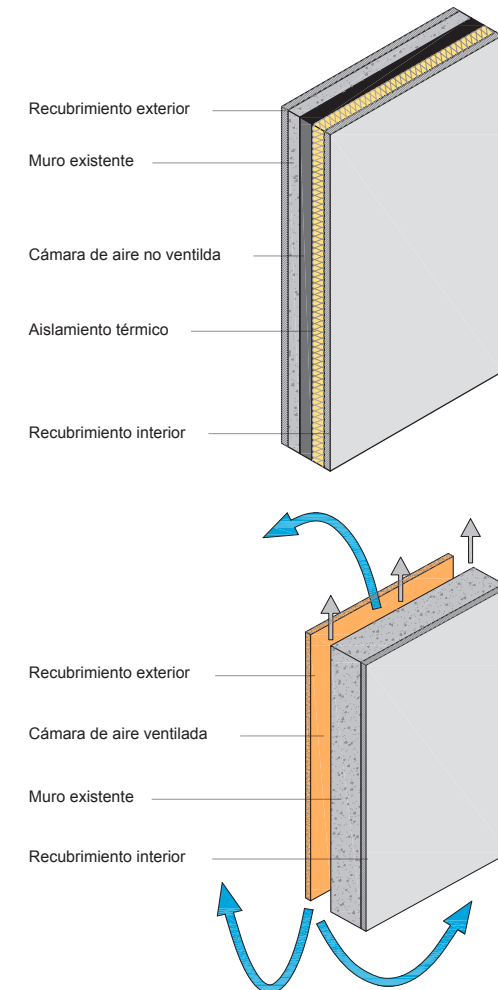
Las pinturas naturales se componen de ingredientes de origen biológico que se degradan de forma natural; sin embargo, estas pinturas siguen utilizando disolventes orgánicos, como el aguarrás y son más caras y menos eficaces que las convencionales.

Las pinturas acrílicas son de base acuosa y contiene sólo un 10 % o menos de disolventes orgánicos, pero suelen contener conservantes perjudiciales, sin embargo se debe tener en cuenta que las pinturas de alto brillo requieren más disolvente que las de acabado mate.

## c. PAPEL

Es utilizado en aplicaciones domésticas, se recomienda utilizar papel no estucado, aunque su mantenimiento sea más difícil. Los papeles de vinilo tienen cada vez más éxito porque se pueden lavar, pero el revestimiento es de PVC, lo cual conlleva consecuencias negativas para la calidad del aire interior. (Imagen 68)

## d. CERÁMICA



87: Reacondicionamiento con cámara de aire no ventilada.  
88: Cámara de aire ventilada.





Se componen de arcilla mezclada con aditivos para dar color y dureza, produciendo un acabado duradero, generalmente es utilizado en cuartos de baño, sala, cocina, comedor, etc. (*Imagen 71*)

La cerámica esmaltada tienen una energía incorporada relativamente alta debido al proceso de cocción. “Su impacto sobre el aire interior depende del adhesivo escogido. Los adhesivos recomendados desde el punto de vista medioambiental son los de bajo o ningún contenido en disolventes orgánicos: mortero para los suelos y adhesivos acuosos para las paredes”.<sup>29</sup>

### e. MADERA

La utilización de madera como acabado para paredes y techos es poco habitual fuera de las aplicaciones domésticas (*imagen 72*). La madera blanda es recomendable desde el punto de vista medioambiental, pero los techos de este material pueden requerir la aplicación de un acabado, y el impacto sobre el aire interior dependerá de su composición.

### 3.9.2. SUELOS

“Es necesario tener en cuenta la fuente del material (renovable o no renovable), el contenido de energía incorporada y el efec-

to sobre la calidad del aire interior, dependiendo de la composición del material y del uso de adhesivos”.<sup>30</sup> Los materiales sintéticos, fabricados a partir de productos derivados del petróleo, producidos en masa y vendidos como “baldosas” textiles o plásticas conforman la gama de productos de bajo precio, sin embargo, produce un alto daño medioambiental y riesgos para la salud.

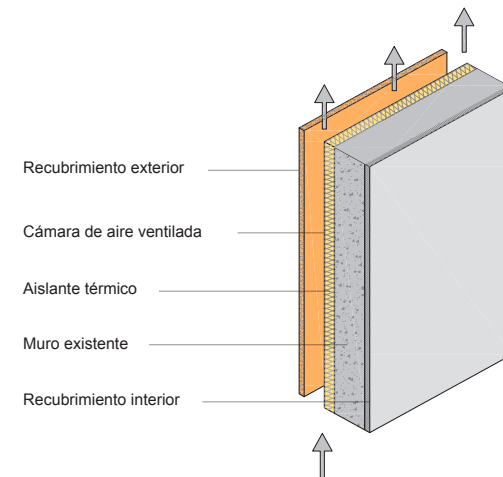
Entre los principales materiales naturales y sintéticos que pueden utilizarse como revestimiento para suelos tenemos:

#### a. PIEDRA

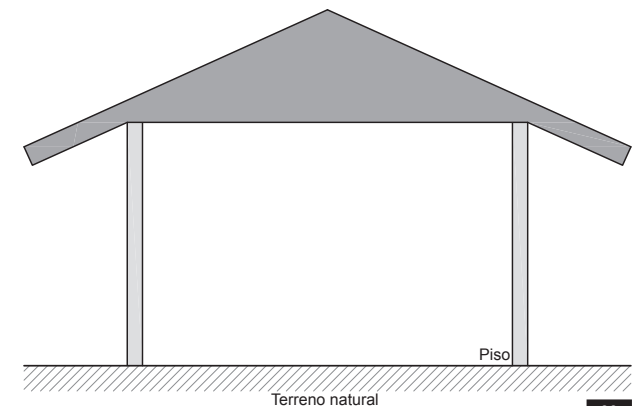
Las ventajas de la piedra, como la pizarra o el mármol, son su durabilidad y belleza, además de tener un bajo impacto medioambiental de los productos derivados de la piedra. (*Imagen 73*)

#### b. ACABADOS GRANOLÍTICOS

Los suelos de áridos aglomerados con cemento son extremadamente resistentes y no requieren ningún tipo de adhesivo o sellador después de su colocación (*imagen 74*), cualquier daño medioambiental que puedan producir estos materiales está relacionado con el uso del cemento, por tanto se debe minimizar la cantidad utilizada mediante un diseño cuidadoso, evitando que la mez-



89



90

<sup>29</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 91.

<sup>30</sup> Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 91.

89: Reacondicionamiento con cámara ventilada.

90: Piso en contacto con suelo natural.

cla del cemento sea superior a la requerida y que se tenga que tirar resultando tóxica para la vida acuática y los peces. Una de las alternativas que mejoran este proceso sería la utilización de prefabricados.

### c. MADERA

La madera, si es reciclada, es un material no contaminante, pero se protege con una capa para aumentar su durabilidad y se sujeta utilizando un adhesivo. “Los acabados utilizados para la madera pueden ser cancerígenos”<sup>30</sup>, sin embargo la toxicidad dependerá del grado de ventilación y de las dimensiones de la capa sintética dañina. En la actualidad se debería especificar si los acabados fabricados contienen ceras, aceites o barnices respetuosos con el medio ambiente. (Imagen 75)

Además hay que tomar en cuenta que el polvo que se produce cuando se trabaja con madera puede ser tóxico y perjudicial para el sistema inmunológico o cancerígeno, el mismo que puede ser minimizado por técnicas de procesamiento y acondicionamiento.

### d. ACABADOS DE LA MADERA

Los barnices de madera naturales son menos duraderos en relación con los sintéticos sin embargo estos emiten compuestos orgánicos volátiles siendo necesario utilizar los menos dañinos como: el aceite de lina-

za, la cera natural y la goma laca.

### e. PVC/VINILO

En la producción de pavimentos de vinilo, las grandes cantidades de residuos tóxicos provocan daños al medio ambiente; los ingredientes sin tratar son cancerígenos y producen irritaciones graves. (Imagen 76)

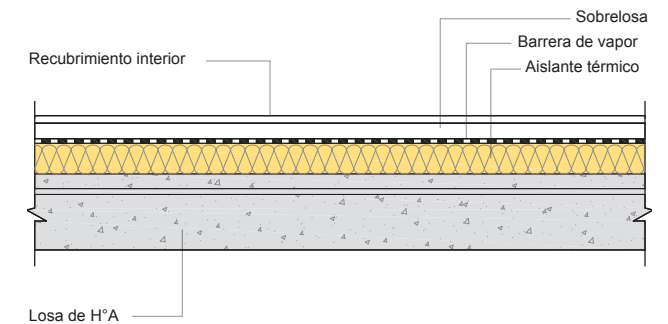
### f. CORCHO

EL corcho es un material relativamente inofensivo en su recolección y producción. Sin embargo algunos elementos que se utilizan como aglutinante pueden ser tóxicos (formaldehído), siendo necesario reemplazarlos por aglutinantes naturales que mejoran considerablemente la calidad de aire interior. Los suelos de corcho requieren una capa protectora para evitar las manchas, se recomienda utilizar aceites o ceras.

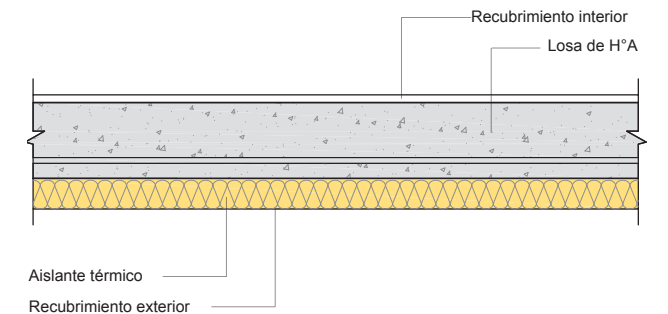
### g. LINÓLEO

“El linóleo se fabrica con corcho, aceite de linaza, polvo de madera, pigmentos y arpillera. Tiene un rendimiento tan bueno como el vinilo, y el precio es similar. Es un material completamente natural y respetuoso con el medio ambiente, que incluso contiene un bactericida natural”.<sup>31</sup> (Imagen 78)

31 Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 92.



91



92

91: Piso ventilado con aislante térmico por el interior.  
92: Piso ventilado con aislante térmico por el exterior.



## h. ADHESIVOS

Los adhesivos para suelos tomando en cuenta el aspecto medioambiental emiten gases tóxicos durante su aplicación e inmediatamente después de ella, además provoca en algunos casos irritaciones cutáneas siendo necesario durante su aplicación la utilización de protección adecuada y el abandono de la vivienda por los habitantes, otra alternativa sería sustituir por productos naturales que se pueden utilizar para papel, corcho, azulejos, linóleo, parqué, moqueta, revestimientos y laminados de goma.

### 3.10. REACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS EN USO

#### 3.10.1. TECHUMBRE

“Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, la techumbre es un componente de una edificación que comprende desde el cielo del recinto más elevado hasta la cubierta”.<sup>32</sup> La función es la de aislar a la vivienda del medio ambiente, protegiéndola del frío, calor, viento, lluvia y/o nieve.

La techumbre está compuesta de vigas, cadenas, cielo raso, aislación térmica y la cubierta, uno de los elementos más influ-

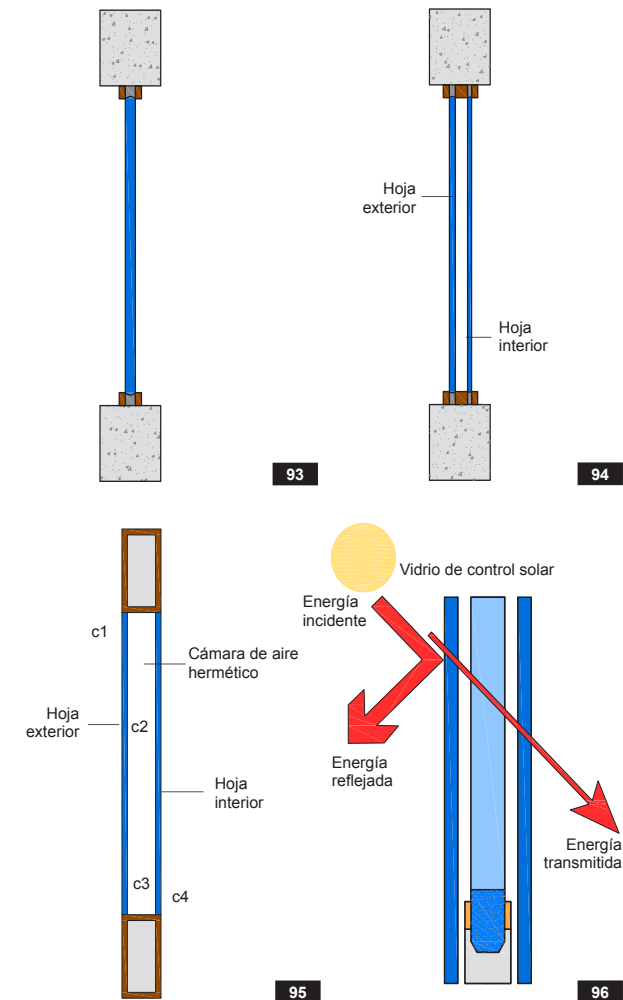
yentes y factibles de reacondicionar la techumbre es la aislación térmica, esto se debe a que muchas viviendas no cuentan con este elemento, o bien puede ser mejorado, lo que no implica una reestructuración de la techumbre, ya que existen numerosas soluciones y materiales que generan un aumento de protección poco invasiva para la misma. En las edificaciones en altura, solo se ve afectado el último piso. (Imagen 79)

Una de las variables que se controla es la no existencia de humedad sobre el aislante térmico, con el fin de que éste se mantenga lo más seco posible y así sus propiedades térmicas, en especial su conductividad, no se vean afectadas.

Según el tipo de aislamiento térmico que se utilice, varía su forma de instalación, pero se debe evitar la existencia de puentes térmicos, esto se logra cuando no existe separaciones, ni faltas de unión, sino más bien se adapta a la superficie a cubrir de acuerdo a las características físicas del aislante térmico.

#### 3.10.1.1. VENTILACIÓN

Para disminuir el riesgo de condensación sobre el aislante térmico es necesario respiraderos o cámara de aire ventiladas por debajo de la solución cubierta.



93: Doble ventana de vidrioado simple.

94: Instalación de cristales de baja emisividad.

95: Vidrio de control solar.

96: Vidrio de control solar.

<sup>32</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 43.

## VENTILACIÓN MEDIANTE CÁMARA DE AIRE

En cubiertas planas la cámara de aire está incorporada bajo la solución de cubierta, la que debe ser capaz de ventilarse por la acción del aire exterior a través de aberturas en los extremos de la techumbre. Éstas deben encontrarse protegidas de riesgos de entrada de elementos ajenos al complejo de techumbre y /o aguas lluvias. En este caso resulta necesaria la incorporación de ventilación forzada, si es que no es posible un rediseño de las entradas de aire para que estén a una cota inferior que las de salida, permitiendo la correcta circulación del aire. (Imagen 80)

En reacondicionamientos de losas:

La incorporación de la cámara de aire, tiene ciertas limitaciones, en el caso de ser instalada por el interior, es el aumento de la altura de la solución de techumbre, disminuyendo la altura piso a cielo terminado, la cual no puede ser menor a 2,20 m. según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Entonces, si la incorporación de una cámara de aire significara que la altura piso a cielo terminado disminuyera hasta ser menor que la mínima permitida, ésta no podrá considerarse como una solución posible de reacondicionamiento.

## 3.10.1.2. AISLAMIENTO TÉRMICO

“La solución de aislante térmico puede ser instalada bajo la losa de hormigón armado y bajo ésta irá la terminación del cielo (imagen 81), o bien si es que el aislante es instalado por el exterior, debe ubicarse entre la losa de hormigón armado y la solución de cubierta”.<sup>33</sup> (Imagen 82)

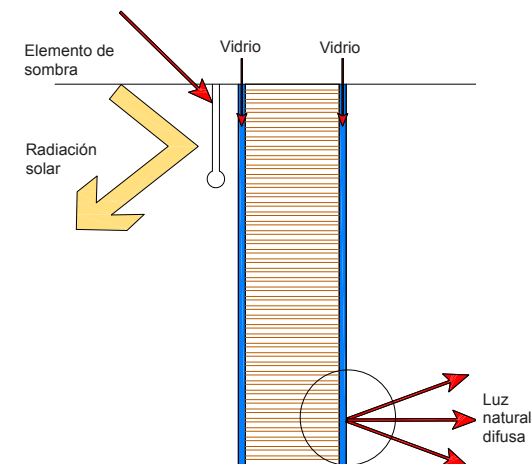
## AISLANTE TÉRMICO MÁS CÁMARA DE AIRE

Consta de una cámara de aire entre la losa de hormigón armado y la solución de aislante térmico, que permite aumentar la resistencia total que ofrece la solución de techumbre dada su baja conductividad térmica.

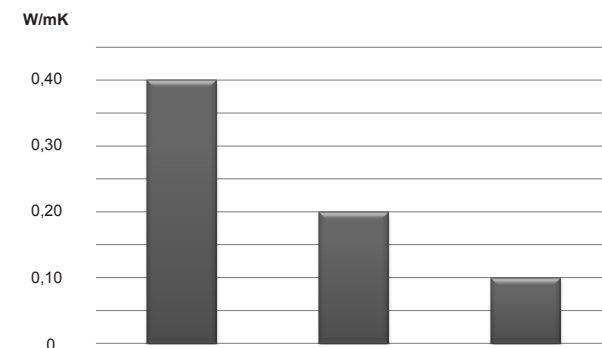
Para incluir la cámara de aire en la solución, es necesario habilitar una estructura como, una cadena o un encintado de cielo, ya sea de madera o metálica, sobre la losa de hormigón. (Imágenes 83, 84)

El encintado o estructura secundaria hay que definirla teniendo la precaución de minimizar los puentes térmicos que podrían restar eficiencia a la solución. Es importante recordar que solo puede ser ejecutada si la altura de piso a cielo terminado lo permite

<sup>33</sup> Cooperación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 48.



97



98

97: Aislación térmica transparente en superficies vidriadas.  
98: Ventilación de techumbre mediante cámara de aire.



en caso de ser emplazada por el interior.

### 3.10.2. MUROS

“Se considera complejo de muro al conjunto de paramentos verticales, tanto estructurales como no estructurales, capaces de aislar una edificación vecina, así como de separar ambientes y / o recintos”.<sup>34</sup>

Existen muros estructurales y no estructurales. Siendo los muros estructurales los encargados de recibir las cargas de la techumbre y repartirlas en los cimientos. Mientras que los no estructurales, dividen o separan ambientes.

En los muros también se puede incorporar cámaras de aire, las que pueden ser no ventiladas, medianamente ventiladas o ventiladas.

#### a. AISLANTE TÉRMICO POR EL INTERIOR

Consiste en la instalación del material aislante con características térmicas por el interior del muro a reacondicionar, el objetivo de instalar un aislante térmico sobre la solución existente, es aumentar la resistencia térmica total que presenta la envolvente del muro. (Imagen 85)

### VENTAJAS

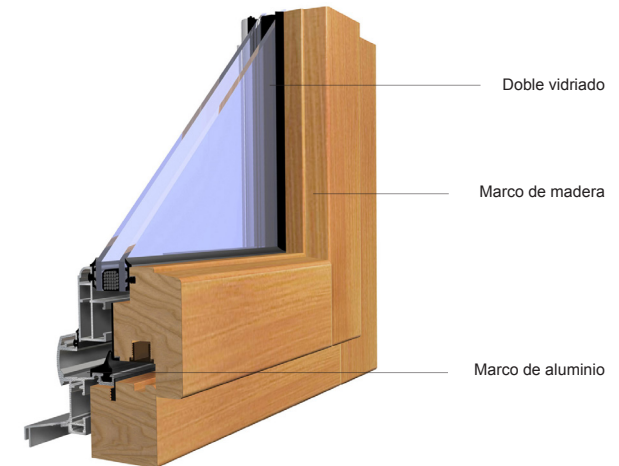
- En edificaciones en altura, el reacondicionamiento térmico se puede intervenir de manera individual cada vivienda.
- Permite el reacondicionamiento térmico de zonas o superficies de la vivienda, en el caso de que no fuese posible el reacondicionamiento total del cerramiento.
- No interviene la fachada exterior de la vivienda.
- No es necesario el uso de andamios durante su instalación en el caso de viviendas de 2 o más pisos de altura.
- Permite corregir problemas de plomo existentes en la estructura original del muro.

### DESVENTAJAS

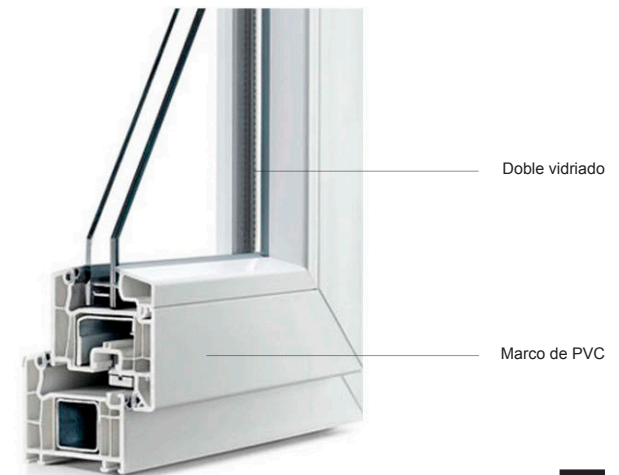
- Disminuirá el área útil interior del recinto a reacondicionar, dependiendo del material aislante térmico a utilizar.

#### b. AISLANTE TÉRMICO POR EL EXTERIOR

Consiste en la instalación de un material con condiciones aislantes térmicas por el exterior de la envolvente a reacondicionar. (Imagen 86)



99



100

99: Marco combinado de aluminio y madera.

100: Marco de PVC.

<sup>34</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 52.



El reacondicionamiento por el interior o por el exterior, no presenta diferencias en cuanto a la resistencia térmica total que ofrecerá la envolvente, debido a que la sumatoria de las resistencias parciales es igual.

### VENTAJAS

- Disminuye el riesgo de condensación intersticial en la envolvente.
- Posibilita la solución de los puentes térmicos existentes en la envolvente.
- Mejora el aprovechamiento de la inercia térmica de la envolvente.
- Conserva la superficie útil interior del recinto a reacondicionar.
- Permite rejuvenecer el aspecto exterior de la fachada de la vivienda.
- Protege la envolvente de la penetración de agua lluvia.
- Se puede instalar en viviendas ocupadas, sin alterar el funcionamiento interior de las mismas.

### c. AISLANTE TÉRMICO MÁS CÁMARA DE AIRE

“Las cámaras de aire consisten en capas integradas a las envolventes, de manera tal

que aumentan su resistencia térmica”.<sup>35</sup>

Las cámaras de aire pueden ser clasificadas en tres tipos:

- No ventiladas
- Medianamente ventiladas
- Ventiladas.

#### d. CÁMARA DE AIRE NO VENTILADAS

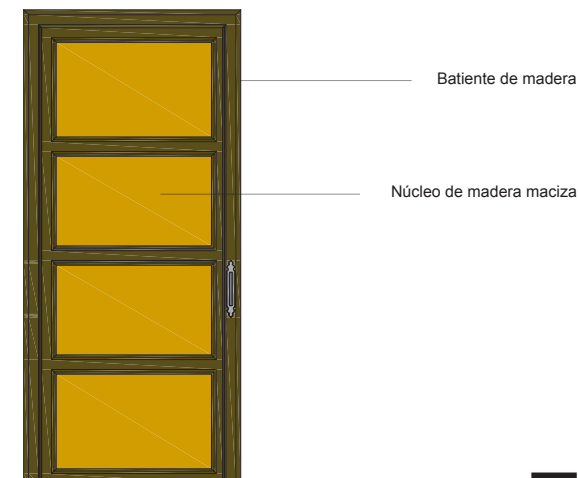
Consiste en la instalación de una capa de aire entre el material aislante y el material de muro existente. Para dar el espesor deseado a la cámara de aire es necesario disponer de una estructura o entramado, generalmente metálico o de madera, entre el aislamiento térmico y el muro original. (Imagen 87)

La nueva envolvente está compuesta:

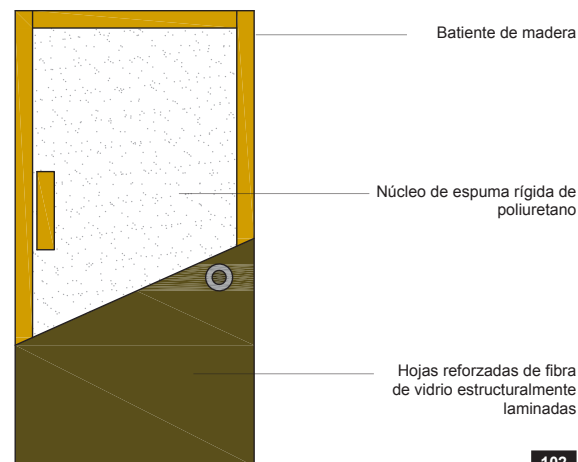
- Recubrimiento exterior
- Muro existente
- Cámara de aire no ventilada
- Aislante Térmico
- Recubrimiento interior

Esta capa de aire se instala con el objetivo de aumentar la resistencia térmica total que ofrece la envolvente, además evita el movimiento del aire en el interior, impidiendo

<sup>35</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 54.



101



102

101: Puerta fibra de vidrio.  
102: Puerta.



do de esta forma transmisiones de aire por convección a través de la misma.

### e. CÁMARA DE AIRE MEDIANAMENTE VENTILADAS Y VENTILADAS

Son capas de aire instaladas por el exterior del muro a reacondicionar, estas cámaras se caracterizan por permitir la entrada del aire y por contar con aire en movimiento al interior de la cámara (*imagen 88*). En esta solución se incluye una estructura sujeta al muro capaz de dar el espesor necesario a la cámara de aire.

El ingreso del aire se produce por la parte inferior del muro, debido a que la cámara se encuentra más caliente que el aire exterior, por lo que se produce el efecto chimenea (flujo convectivo), que genera ventilación natural y continua de la cámara. La nueva envolvente está compuesta:

- Recubrimiento exterior
- Cámara de aire ventilada
- Aislamiento térmico
- Muro existente
- Recubrimiento interior

La instalación del aislante térmico por el exterior (*imagen 89*) más la incorporación de una cámara de aire, tiene algunos beneficios, tales como:

### 1. Disminuye la condensación interti-

### cial

La instalación del aislante por el exterior en si ya conlleva una disminución del riesgo de condensación intersticial, y mediante la incorporación de la cámara de aire ventilada se disminuye aún más, ya que ésta permite la difusión del vapor de agua existente en el muro original (respiración del muro).

### 2. Elimina posibles puentes térmicos

La instalación del aislante térmico en la totalidad de la envolvente, por el exterior y de manera continua, permite la eliminación de fugas de calor por los posibles puentes térmicos existentes en la estructura original.

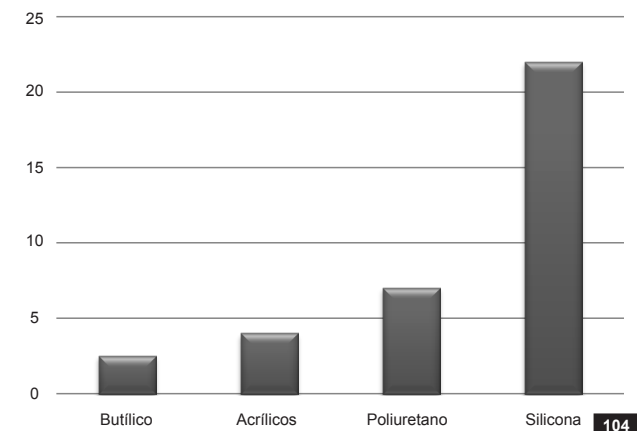
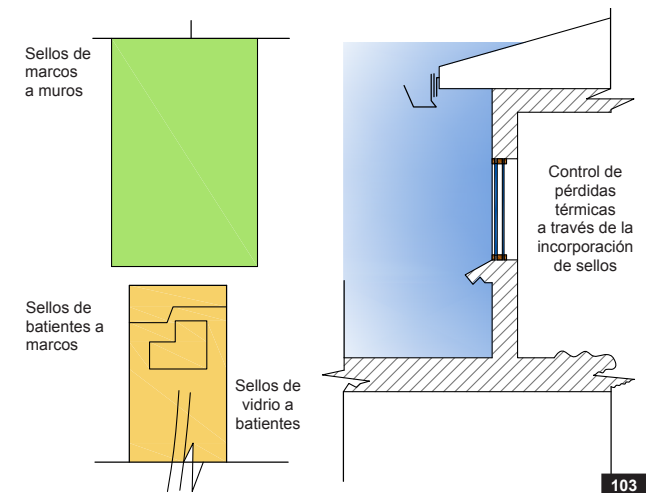
### 3. Disipa el calor al exterior

En periodos calurosos, el calor que penetra por las capas exteriores se ve disipado por el efecto de la ventilación convectiva generada por la cámara de aire. Se impide de esta manera que el calor traspase la estructura original y por consiguiente, al recinto interior.

### 4. Aumenta inercia térmica

Que el aislante térmico se instale por el exterior permite aprovechar la inercia térmica, lo que resulta beneficioso en verano.

### 5. Produce una cortina - corta lluvia



103: Sellos necesarios para controlar posibles filtraciones.

104: Volumen de difusión de vapor de agua promedio de los distintos selladores gr/m²d.

El revestimiento exterior aplicado a la envolvente actúa como una pantalla corta lluvia, que impide el paso de las aguas lluvias a la solución aislante y estructural existente del muro, protegiéndolo de los efectos de la humedad.

En el caso de fachada ventilada, en la parte superior de la solución debe existir un cabezal protector con el fin de evitar la entrada de elementos ajenos a la solución. Y en la inferior protecciones contra la entrada de insectos.

### 3.10.3. PISOS

Se entiende como piso a la superficie inferior horizontal de una vivienda, la cual es la encargada de separar el interior de la vivienda del terreno natural o bien del ambiente exterior. (*Imagen 90*)

Si bien en los dos tipos de pisos es posible considerar soluciones que permitan una mejor aislación térmica, el único caso que se encuentra reglamentado en cuanto a su resistencia térmica, correspondiente a pisos ventilados.

#### 3.10.3.1. PISOS VENTILADOS

Son el conjunto de elementos constructivos que no están en contacto con el terreno, por ejemplo: viviendas donde el estacionamiento de la misma se encuentra techado y

sobre éste existe un recinto habitable.

La manera de mejorar las condiciones térmicas del piso ventilado es mediante el aumento de la resistencia térmica total que ofrece la envolvente.

La exigencia para los pisos ventilados de la Reglamentación Térmica es:

Para aumentar la resistencia térmica que ofrece el piso ventilado, las soluciones de reacondicionamiento pueden realizarse por el interior o el exterior de la vivienda.

#### a. AISLANTE TÉRMICO POR EL INTERIOR

Es instalar sobre la estructura de piso existente, un material aislante térmico que permite aumentar la resistencia térmica total de la envolvente, tal como se observa en la *imagen 91*.

En el caso de departamentos, ésta es la única solución factible debido a que al instalar el aislante térmico por el exterior se estaría disminuyendo la altura piso a cielo terminado del recinto inferior. Por lo tanto, se debe escoger aislantes térmicos que proporcionen mayores resistencias térmicas en menores espesores, con el fin de respetar la altura mínima.

Sellador exterior con	Sellador interior con	Ventana	Estructura
Sellador poliuretano Sellador poliuretano Silicona neutra Silicona neutra Sellador acrílico Sellador acrílico	Caucho butílico Sellador acrílico Caucho butílico Sellador acrílico Caucho butílico Sellador acrílico	Aluminio	Hormigón, estuco y ladrillo prensado
Poliuretano	Sellador acrílico	Madera	Hormigón, estuco y ladrillo prensado
Silicona neutra Sellador poliuretano Sellador poliuretano Sellador poliuretano	Sellador butílico Sellador poliuretano Caucho butílico Sellador poliuretano	PVC	Hormigón, estuco y ladrillo prensado
Sellador poliuretano	Caucho butílico	Aluminio, madera y PVC	Materiales protegidos contra la corrosión

T03

T03: Cuadro de combinaciones de selladores.



### **b. AISLANTE TÉRMICO POR EL EXTERIOR**

Es la instalación del material aislante térmico por la cara exterior del piso de la vivienda. (*Imagen 92*)

#### **3.10.4. VANOS**

Los vanos corresponden a todos aquellos espacios en los cerramientos de la vivienda que permiten la comunicación entre el exterior y el interior, los vanos pueden ser tanto puertas como ventanas, incluyendo también los elementos que permitan la instalación de marcos.

En el caso de las ventanas, éstas también pueden ubicarse en la techumbre, dado el diseño de la vivienda.

##### **3.10.4.1. VENTANAS**

Las ventanas tienen como función proporcionar luz y ventilación a la vivienda. Dependiendo de la solución de ventana utilizada se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Disminuir costos de calefacción.
- Disminuir ruidos al interior de la vivienda.
- Aumentar seguridad.

- Mejorar iluminación natural.

En conclusión, la única variable considerada en el acondicionamiento térmico de ventanas es el porcentaje de superficie vidriada y la utilización de uno, dos o más vidrios paralelos. (*Imagen 93*)

Para la instalación de los vidrios se incorpora un marco, que puede ser de distintas materialidades, dependiendo de la conductividad térmica del material, se pueden generar grandes puentes térmicos, provocando pérdidas por transmisión de calor muy significativas en algunos casos.

Otra variable que se evalúa al momento de reacondicionar térmicamente las ventanas de una vivienda, es el sellado de las uniones, esto disminuye las filtraciones de aire o fluidos.

##### **3.10.4.2. VIDRIOS**

Una de las formas más fáciles de reacondicionar las ventanas de una vivienda es mediante la incorporación de dos o más hojas de vidrio paralelos.

El empleo de un doble o mayor vidriado hermético permite aumentar la resistencia térmica de la ventana, y mejorar la aislación acústica. (*Imágenes 93, 94*).

Existen vidrios que permiten aumentar la

aislación térmica ofrecida:

### a. VIDRIOS CON RECUBRIMIENTOS

Durante el proceso de fabricación se le aplican a los vidrios recubrimientos para mejorar sus propiedades, en este caso térmicas.

Para mantener la calefacción en el interior de un recinto, a través de una disminución en las pérdidas por los cristales de una ventana, se pueden utilizar vidrios que cuenten con un revestimiento de baja emisividad, estos sólo pueden ser aplicados en soluciones de DVH (doble vidrio hermético), debido a que mejoran la resistencia térmica de la cámara de aire. *(Imagen 95)*

En el invierno se mantiene hasta un 66 % de la energía que se pierde mediante un vidrioado simple debido a la baja emisividad y en verano, limita el ingreso de radiación solar debido a la utilización de un DVH, que mantiene el vidrio interior a menor temperatura, para esto es importante que la capa revestida con baja emisividad quede expuesta hacia la cámara de aire formada por el DVH.

Existe otro revestimiento llamado pirolítico que posee propiedades de control solar y baja emisividad, este revestimiento es aplicado en caliente durante la fabricación del vidrio en una de sus caras. El control solar y la baja emisividad permiten disminuir los

gastos de energía en calefacción y refrigeración en la vivienda.

Los vidrios con recubrimientos pirolíticos pueden ser utilizados como vidrio monolítico, para mejorar sus valores de aislación deben ser utilizados como DVH (doble vidrio hermético).

En el caso de contar con un vidrio monolítico, se colocará con la cara revestida mirando hacia el interior, mientras que en el caso de ser una ventana que cuente con DVH, las caras revestidas deben mirar siempre hacia la cámara de aire. *(Imagen 96)*

### b. AISLANTES TÉRMICOS TRANSPARENTES

Los aislantes térmicos transparentes, tienen bajos coeficientes de transmitancia térmica, y permite la entrada de iluminación natural al recinto.

### VENTAJAS

- Mejora el aprovechamiento de la iluminación natural. Difunden la radiación solar directa, lo que elimina la posibilidad de encandilamiento *(imagen 97)*.

- Mayor superficie vidriada, sin aumento de gastos de calefacción. Debido a la menor transmitancia térmica, las pérdidas de calor a través de las ventanas son menores.





- Aumento de sensación de confort. Eliminan la sensación de bajas temperaturas por el interior del recinto durante la noche o frente a ventanas que poseen un bajo soleamiento.

### DESVENTAJAS

- Baja visibilidad hacia el exterior, siendo necesario contar con aberturas adicionales que ayuden con la visibilidad al exterior.

#### 3.10.4.3. MARCOS

Corresponden a la perfilería que permite el montaje de las hojas de vidrio, según diseño de las ventanas. Debido a que la materialidad de los marcos no se encuentra sujeta a la Reglamentación Térmica, se suele elegir aquellos de menor costo, que habitualmente no implican mejores características térmicas, por lo tanto, todos los beneficios obtenidos por la incorporación de mejores características en los cristales de las ventanas pueden verse perjudicados por la utilización de marcos de peores características térmicas.

Dentro de las materialidades más comunes de marcos de ventanas destacan la madera, el aluminio y el PVC.

Se debe considerar la conductividad térmica al elegir el material como marco para las ventanas tomando en cuenta que la

conductividad térmica del PVC y la madera tienen una ventaja significativa en comparación al aluminio, tal como se muestra en la *imagen 98*.

Para determinar la transmitancia térmica que ofrecen los materiales se debe tomar en consideración los espesores y la geometría de los perfiles, sabiendo que a mayor conductividad térmica existen mayores pérdidas.

#### a. MADERA

El uso de la madera como material de marco para ventanas generalmente se debe a una preferencia por diseño arquitectónico, es recomendable que la madera aplicada en marcos sea laminada para dar mayor estabilidad a la solución.

Dependiendo de la calidad del marco utilizado, se debe privilegiar aquellos que se encuentren protegidos frente al ataque de termitas y pudrición.

En el mercado se encuentran marcos que combinan el uso del aluminio con la madera, siendo un producto utilizado principalmente en edificios, ya que está compuesta de una estructura de madera por el interior de la vivienda y una de aluminio por el exterior. (*Imagen 99*)

El marco de madera necesita un mante-

nimiento periódico y constante para mantener sus propiedades de barrera frente a la entrada del aire y de aislamiento acústico, evitando que la madera se hinche y se curve por la humedad, e impedir el ingreso de plagas.

### **b. ALUMINIO**

El aluminio presenta ciertas ventajas:

- No se oxida ni cambia de color.
- Posee menores espesores con respecto a otros materiales permitiendo una mayor iluminación.
- Disminuye el riesgo a tropezarse cuando se instala con función de puerta - ventana.

“Una de las desventajas del aluminio es su alta conductividad térmica, lo que genera el efecto de temperaturas muy bajas en la superficie interior durante el invierno. Esto puede provocar condensación superficial, lo que significa que las ventanas se encuentren mojadas conllevando a riesgos aún mayores en el resto de los elementos que componen la vivienda”.<sup>36</sup>

El RPT elimina la transmisión del calor

mediante un sistema de ruptura de puente térmico, este consiste en la incorporación de elementos separadores de baja conductividad térmica. Estos conectan los elementos interiores y exteriores de la perfilería, permitiendo una disminución de la transmitancia térmica que ofrece el marco, mejorando a la vez su comportamiento térmico.

Además, existen perfiles de aluminio cubiertos de PVC en una de sus caras, generalmente la cara que da hacia el interior del recinto.

### **c. POLICLORURO DE VINILO O PVC**

El PVC, es un aislante natural que se caracteriza por ser un mal conductor de calor (*imagen 100*). En comparación a otros materiales, tales como la madera y el aluminio, el PVC es el material que presenta menor transmitancia térmica, siendo ésta de alrededor de 2 W/m<sup>2</sup>K.

En comparación con la madera y el aluminio, el PVC no se ve afectado por cambios climáticos, la contaminación, problemas de corrosión, riesgo de podrirse entre otros, de tal manera que su vida útil puede llegar hasta 50 años.

El PVC, a diferencia del aluminio, dada su baja conductividad térmica no tiene riesgos de condensación superficial, por lo tanto, no necesita de rotura al puente térmico.

<sup>36</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 62.



“Las carpinterías de PVC presentan un mejor comportamiento térmico que otras de diferentes materialidades, ya que son capaces de reducir en más de un 37 % el consumo energético de un edificio en comparación a las de aluminio con RPT de 12 mm., y en más de un 50 % en comparación a las RPT de 4 mm. En algunos casos, incluso puede reducir el consumo en un 15 % con respecto a carpinterías de madera”.<sup>37</sup>

Existen perfiles de PVC rellenos con espuma de poliuretano, esto se realiza mediante la inyección del poliuretano dentro del perfil, donde se expande, siendo capaz de sellarlo como una única masa, aumentando de esta manera las propiedades tanto térmicas como acústicas de la ventana.

Por lo tanto, las principales ventajas del PVC se pueden resumir en: buen aislante térmico, alto aislamiento acústico, gran vida útil, durabilidad del color, baja permeabilidad al aire, estanqueidad frente al agua, bajo riesgo a condensación superficial, fácil limpieza, no corre riesgos frente a la contaminación, bajo mantenimiento.

### 3.10.5. PUERTAS

La puerta es un objeto que se abre y cierra permitiendo la apertura del muro, tienen

como función comunicar el interior con el exterior de una vivienda, brindando protección frente a agentes climáticos y dando seguridad a los habitantes de la vivienda de manera estable.

La reglamentación térmica actual no establece exigencias mínimas de resistencia térmica a puertas, en el caso de que éstas sean vidriadas se equiparan a las ventanas.

Dependiendo del material aislante que se le asigne a la puerta tendrá mayor o menor aislamiento térmico dentro de estos sobresalen la madera, fibra de vidrio y el PVC así mismo dependerá de la composición que tenga este ya sea solo un material o de varios materiales (sandwich) lo que va a incidir en la resistencia térmica que la puerta tenga, dependiendo de las conductividades térmicas y espesores de cada una de las capas.

El asegurar un correcto cierre hermético, mediante un adecuado sellado, impidiendo el ingreso de corrientes de aire y lluvia, también ayuda a mejorar las condiciones de aislamiento térmico al interior de la vivienda.

Las puertas se pueden clasificar sólidas o con relleno:

#### 3.10.5.1. PUERTAS SÓLIDAS

Son aquellas que están compuestas por un solo material homogéneo generalmente

<sup>37</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 62.



madera, elaboradas con piezas de madera ensambladas. (*Imagen 101*)

### **3.10.5.2. PUERTAS CON NÚCLEO RE-LLENO**

Son aquellas que cuentan con placas de distintas materialidades fijadas mediante un bastidor y un cabezal perimetral, rellenas con distintos materiales dependiendo de la finalidad de la puerta. (*Imagen 102*)

Las puertas rellenas se pueden distinguir según la materialidad de sus placas o relleno.

#### **a. MADERA**

Las puertas de madera pueden ser del tipo MDF (fibras de densidad media), HDF (fibra de alta densidad), tableros aglomerados, entre otros. Para otorgarles resistencia se rellenan en su interior con cartón corrugado o honey comb (cartón tipo panel de abeja), poliestireno expandido con la finalidad de obtener una mayor resistencia térmica.

#### **b. FIBRA DE VIDRIO**

Las puertas con tableros de fibra de vidrio se caracterizan por su alta resistencia mecánica y a impactos, lo que las hace perfectas para el uso en exteriores.

Se componen por dos hojas de fibra de

vidrio unidades a través de batientes de madera, las que además pueden estar rellenas con poliuretano rígido, factor relevante ya que permite dar gran aislamiento térmico y acústico a la puerta.

### **3.10.5.3. PUERTAS DE PVC**

El PVC presenta numerosas características que hace preferible su utilización, dada su alta capacidad de cierre, permiten lograr una gran hermeticidad impidiendo la entrada de corrientes de aire de manera incontrolada.

En definitiva, el elegir puertas con un excelente cierre, más las características propias del PVC (baja transmitancia térmica en comparación a otras materialidades) y sumándole un doble vidriado hermético, resulta de un gran beneficio térmico.

### **3.10.5.4. INSTALACIÓN**

Para la instalación es necesario tomar las siguientes medidas:

#### **a. Aclimatación.**

Es recomendable que las puertas se encuentren en el lugar donde serán instaladas al menos 24 horas antes. Esto por las características higroscópicas de la madera, es decir, su capacidad de absorber o ceder humedad dependiendo del ambiente en



que se encuentre. De este modo, en caso de hincharse o contraerse, esto ocurrirá de manera previa a su instalación, previniendo futuros problemas.

#### **b. Plomos y alineación.**

Los muros deben estar aplomados o a nivel previo a la instalación del marco, además se debe contar con una holgura de 1cm de ancho y 5mm de alto en relación a las dimensiones del marco, así se asegura una correcta instalación.

#### **c. Instalación de acuerdo a indicaciones de proveedor.**

#### **d. Chequeo Final.**

Revisar plomos, nivel de la puerta, correcta apertura y cierre.

### **3.10.6. SELLOS**

Los sellos, tanto en puertas como en ventanas, tienen como objetivo obtener la mayor hermeticidad posible de las uniones existentes entre los distintos componentes, evitando fugas térmicas debido a una infiltración incontrolada ya sea por el ingreso de aire o agua.

“En las ventanas, el número de sellos necesarios es mayor, puesto que la cantidad de elementos que las componen también es

mayor. En este caso, se deben ubicar sellos entre vidrios y batientes, batientes y marcos, y entre marcos y muros. Mientras que en las puertas, los únicos sellos necesarios son entre la junta de marco y muros”.<sup>38</sup> (*Imagen 103*)

Un correcto sellado de la junta entre muros y marcos implica tanto sellos interiores como exteriores, ya que al no sellar de forma correcta se asocia a costos adicionales por un futuro resellado.

#### **a. Riesgos en un sellado deficiente.**

- Pérdidas de calor por infiltraciones de aire.
- Infiltraciones directas de aguas lluvias desde el exterior.
- Riesgos de condensación superficial, por efecto de la junta fría.

La junta de conexión entre el marco y el muro se ve enfrentada por distintas solicitudes, en el interior, la junta se ve solicitada por la humedad y la temperatura interior, mientras que por el exterior los factores son mayores, ya que afectan la lluvia, el calor, la radiación UV, el viento y los ruidos. Un sello apropiado debe ser capaz de enfren-

<sup>38</sup> Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 62.





tar todos los factores enunciados, y dada la diferencia entre aquellos que afectan por el exterior y el interior, se debe sellar en ambos lados.

**b. Un sellado correcto debe cumplir.**

- Hermético al paso del aire, tanto por el interior como por el exterior de la vivienda.

- La resistencia a la difusión del vapor de agua debe ser mayor por el interior que por el exterior.

- Previa a su instalación se debe verificar que las superficies se encuentren limpias, lisas y firmes.

La capacidad del sello que tiene para oponerse al paso del agua se observa en la *imagen 104*.

Dependiendo si el sello es interior o exterior, las funciones a las que se ve solicitado varían, por lo tanto el sello interior como el exterior puede ser de distintas materialidades. (*Tabla 03*)



### 3.11. BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO

#### 3.11.1. TESIS

- Arán, Yolanda. Tesis: *Fachadas Ligeras Muro Cortina*. España, 2011: 89.

#### 3.11.2. LIBROS

- Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996.

- Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004.

- Fengler, M. *Estructuras resistentes y elementos de fachada*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1968.

- Consuegra, Fernando. *Proyecto Re-consost*. España, 2008.

- CoAC. *Nueva clasificación europea de reacción y resistencia frente al fuego*. 2005.

- Hunter Douglas. *Guía básica para fachadas ventiladas y protección solar: Envolventes inteligentes*.

- Miguel, Carlos. *Seminario de innovación Tecnológica. La Fachada Ventilada*. Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Cuenca, 2013.

- *Un vitruvio ecológico, principio y prác-*

*tica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007.

#### 3.11.3. PÁGINAS DE INTERNET

- *Fachada Ligera una epidermis inteligente*. Internet. [www.promateriales.com](http://www.promateriales.com). Acceso: marzo, 2014.

- Duque, karina. *Clásicos de Arquitectura: Centre Georges Pompidou / Renzo Piano + Richard Rogers*. 2010. Internet. <http://www.archdaily.com.br/>. Acceso: julio, 2014.

#### 3.11.4. CRÉDITO DE IMÁGENES

**01.** Fuente: *Fotos Arquitectura Uzbeka. Armazón de una Yurta*. <http://aveturasyviajes.wordpress.com>. Acceso: abril, 2014.

**02.** Fuente: Perlado, Nacho. Arteolmos. Gótico Arquitectura Inglaterra - Gótico Perpendicular último cuarto de siglo XIV y siglo XV. Perlado, Nacho. *Gótico Arquitectura Inglaterra*. <http://arteolmos.blogspot.com>. Acceso: abril, 2014.

**03.** Fuente: *Diccionarios académicos y enciclopedias. Palacio de Cristal (Munich)*. <http://de.academic.ru>. Acceso: abril, 2014.

**04.** Fuente: Blasco, Emili. *Berlín a conciencia*. <http://www.abc.es>. Acceso: abril, 2014.



**05.** Fuente: [http://www.proprofs.com/flashecards/story.php?title=art-history-final\\_92](http://www.proprofs.com/flashecards/story.php?title=art-history-final_92). Acceso: abril, 2014.

**06.** Fuente: Praefcke, Andreas. *Wikimedia Commons. Weissenhof Corbusier*. <http://commons.wikimedia.org>. Acceso: abril, 2014.

**07.** Fuente: *Urbipedia. Casa Gropius*. <http://www.flickr.com/photos/18563530@N00/3432008360/>. Acceso: abril, 2014.

**08.** Fuente: *Arquiscopio. Vivienda prefabricada en Nancy*. [http://arquiscopio.com/archivo/wp-content/uploads/2013/01/130112\\_PBuren\\_Prouve-Nancy\\_EXT\\_02s.jpg](http://arquiscopio.com/archivo/wp-content/uploads/2013/01/130112_PBuren_Prouve-Nancy_EXT_02s.jpg). Acceso: abril, 2014.

**09.** Fuente: *Arkidetails. Envolvente I - Fachada Ligera*. <http://arkidetails.blogspot.com/p/blog-page.html>. Acceso: abril, 2014.

**10.** Fuente: *Urbipedia. Casa Eames*. [http://www.urbipedia.org/index.php?title=Casa\\_Eames](http://www.urbipedia.org/index.php?title=Casa_Eames). Acceso: abril, 2014.

**11.** Fuente: *Alacena. Bocetos de arquitectura. Sir Norman Foster*. <http://alacenablog.blogspot.com/2013/10/bocetos-de-arquitectura-sir-norman.html>. Acceso: abril, 2014.

**12, 13.** Fuente: Owar Arquitectos. *Conjunto Santa Clara*. Plataforma Arquitectura. <http://www.plataformaarquitectura.com>. Ac-

ceso: abril, 2014.

**14 - 17.** Fuente: Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 15-16.

**18 - 22.** Fuente: Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 18, 19.

**23.** Fuente: Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 30.

**24.** Fuente: *Leiter II Building*. <http://architecture.about.com/od/skyscrapers/ig/Skyscrapers/Leiter-II-Building.htm>. Acceso: mayo, 2014.

**25.** Fuente: *Wikipedia. Fábrica Fagus*. [http://en.wikiarquitectura.com/index.php/File:Fabrica\\_fargus\\_6.jpg](http://en.wikiarquitectura.com/index.php/File:Fabrica_fargus_6.jpg). Acceso: mayo, 2014.

**26.** Fuente: Melo, José. <http://www.flickr.com/photos/josecarlosmelo-dias/5489527412/in/photostream/>. Acceso: mayo, 2014.

**27.** Fuente: *Le Corbusier*. [http://www.swissinfo.ch/eng/culture/Le\\_Corbusier\\_.html?cid=30543140](http://www.swissinfo.ch/eng/culture/Le_Corbusier_.html?cid=30543140). Acceso: mayo, 2014.

**28.** Fuente: Hevia, Guillermo. *Centro Pompidou*. <http://www.plataformaarquitecta>



tura.cl/2012/04/12/plataforma-en-viaje-centro-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers/dsc\_0788/ Acceso: mayo, 2014.

**29.** Fuente: [http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/04/12/plataforma-en-viaje-centro-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers/dsc\\_0731/](http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/04/12/plataforma-en-viaje-centro-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers/dsc_0731/). Acceso: mayo, 2014.

**30.** Fuente: Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 7.

**31, 32.** Fuente: Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid, 2004: 10.

**33, 34.** Fuente: Arán, Yolanda. Tesis: *Fachadas Ligeras Muro Cortina*. España, 2011: 89.

**35.** Fuente: Schlaich bergermann und partner. [http://www.sbp.de/de/build/show/13-Museum\\_f%C3%BCr\\_Hamburgische\\_Geschichte,\\_%C3%9Cberdachung\\_Innenhof](http://www.sbp.de/de/build/show/13-Museum_f%C3%BCr_Hamburgische_Geschichte,_%C3%9Cberdachung_Innenhof). Acceso: mayo, 2014.

**36.** Fuente: *Panoramio*. <http://www.panoramio.com/photo/10147527>. Acceso: mayo, 2014.

**37 - 39.** Fuente: Araujo, Ramón y Ferrés, Xavier. *Muro cortina*. Tectónica 16. Madrid,

2004: 15.

**40.** Fuente: Sagar, Flickr. *Ministerio de Educación y Salud*. <http://www.plataformaarquitectura.cl>. Acceso: abril, 2014.

**41.** Fuente: Larry Speck. <http://larryspeck.com/2010/10/22/o-museum/>. Acceso: mayo, 2014.

**42.** Fuente: <http://www.flickrriver.com/photos/kenlee2010/5095430551/>. Acceso: mayo, 2014.

**43.** Fuente: <http://www.flickrriver.com/photos/kenlee2010/5095430551/>. Acceso: mayo, 2014.

**44.** Fuente: Fengler, M. *Estructuras resistentes y elementos de fachada*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1968: XXXII.

**45 - 47.** Fuente: Paricio, Ignacio. *La fachada ventilada con ladrillo cara vista*. 1995: 42, 43.

**48.** Fuente: Patón, Vicente. *La imposible levedad del muro*. Tectónica 01. Madrid, 1996: 21.

**49, 50.** Fuente: Autores.

**51.** Fuente: <http://crownroofing.com/siding-building-envelope>. Acceso: julio, 2014.



**52.** Fuente: *Soluciones para el exterior*. <http://www.trespa.com>. Acceso: julio, 2014.

**53, 54.** Fuente: Hunter Douglas. *Guía básica para fachadas ventiladas y protección solar: Envolvertes inteligentes*.

**55.** Fuente: Neila, Javier. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Ed. Munilla-Leira. España 2004: 275.

**56.** Fuente: [http://www.arquinstal.com.ar/eficiencia/ure\\_esso/ure.html](http://www.arquinstal.com.ar/eficiencia/ure_esso/ure.html). Acceso: julio, 2014.

**57.** Fuente: <http://www.diyexplore.com/insulation/choose-the-right-spray-foam-insulation-kit>. Acceso: agosto, 2014.

**58.** Fuente: <http://www.taparsa.com/servicios/fachadas-ventiladas/>. Acceso: agosto, 2014.

**59.** Fuente: <http://designerella.net/blog/2012/09/mijas-espana/>. Acceso: agosto, 2014.

**60.** Fuente: <http://www.vegetalid.us/toitsverts/systeme-hydropack-r/installation-3>. Acceso: agosto, 2014.

**61.** Fuente: <http://www.isar.com.br/produtos/isolamento-termico/espuma-elastomerica/mantas-isolantes/>. Acceso: agosto, 2014.

**62.** Fuente: <http://www.volcan.cl/hogar/producto.php?Producto=36>. Acceso: agosto, 2014.

**63.** Fuente: <http://ecoemas.com/el-corcho-los-paneles-de-corcho-y-sus-ventajas/>. Acceso: agosto, 2014.

**64.** Fuente: <http://www.ekoteknia.com/soluciones-de-rehabilitacion-de-fachadas-ii-aislando-en-la-camara/>. Acceso: agosto, 2014.

**65.** Fuente: [http://www.ekoteknia.com/wp-content/uploads/2014/02/004-SATE\\_sin\\_camara.png](http://www.ekoteknia.com/wp-content/uploads/2014/02/004-SATE_sin_camara.png). Acceso: agosto, 2014.

**66.** Fuente: <http://www.ekoteknia.com/wp-content/uploads/2014/03/20140317.png>. Acceso: agosto, 2014.

**67.** Fuente: <http://homeguides.sfgate.com/patch-deep-cracks-old-plaster-walls-38851.html>. Acceso: agosto, 2014.

**68.** Fuente: <http://www.serviciosdepintura.com/construccion-drywall>. Acceso: agosto, 2014.

**69.** Fuente: <http://lifehacker.com/5981616/paint-a-wall-faster-by-starting-on-the-side-of-your-non-dominant-hand-and-moving-3-at-a-time>. Acceso: agosto, 2014.

**70.** Fuente: <http://www.paint-paper.co.uk/wallpaper/casadeco/fregate/stripe/>





cat\_1351.html. Acceso: agosto, 2014.

**71.** Fuente: <http://www.tiletex.co.nz/369089/html/page.html>. Acceso: agosto, 2014.

**72.** Fuente: [http://www.hogarismo.es/2012/01/25/casa-de-madera-de-diseno-volga-hous/volga\\_house-16/](http://www.hogarismo.es/2012/01/25/casa-de-madera-de-diseno-volga-hous/volga_house-16/). Acceso: agosto, 2014.

**73.** Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/1461/marmol-travertino-nacional-mk>. Acceso: agosto, 2014.

**74.** Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/1730/pulido-de-pisos-de-hormigon-en-casa-quintay-hitekpro>. Acceso: agosto, 2014.

**75.** Fuente: <http://www.hogarismo.es/2012/01/25/casa-de-madera-de-diseno-volga-hous/1310003239-1267104362-kostelov-volga-house-19-1000x637/>. Acceso: agosto, 2014.

**76.** Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/214/piso-vinlico-allura-de-forbo-multicarpet>. Acceso: agosto, 2014.

**77.** Fuente: <http://www.reformadevivien-da.com/suelos/suelos-de-corcho>. Acceso: agosto, 2014.

**78.** Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/589/piso-linleo-en-rollo-con-proteccion-pur-marmorette-25-mm-hunter-douglas>. Acceso: agosto, 2014.

**79.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 44.

**80.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 46.

**81.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 48.

**82 - 84.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 49.

**85.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la



construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 52.

**86.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 53.

**87.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 54.

**88, 89.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 55.

**90.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 56.

**91, 92.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la

construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 57.

**93 - 96.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 59.

**97.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 60.

**98.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 61.

**99.** Fuente: Internet. <http://www.stcventanas.es/ventanas-mixtas-y-de-madera-gijon.html>. Acceso: julio, 2014.

**100.** Fuente: Internet. <http://www.archiexpo.com/architecture-design-manufacturer/pvc-window-391.html>. Acceso: julio, 2014.

**101.** Autores.



**102.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 64.

**103.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 65.

**104.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 66.

### 3.11.5. CRÉDITO DE TABLAS

**T01.** Fuente: *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 88.

**T02.** Fuente: *Un vitruvio ecológico, principio y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2007: 89.

**T03.** Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la

construcción. *Manual Técnico Reacondicionamiento Térmico de Viviendas en Uso*. Ed. Aislamientos Nacionales S.A. Chile, 2010: 66.







# CAPÍTULO 04

Estudio de Casos  
Torre Bois-le-Prêtre  
Barrio Trinitat Nova





#### 4.1. GENERALIDADES

Previo a la propuesta de mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los multifamiliares del IESS de la ciudad de Cuenca, es importante remitirnos a dos casos estudio, en los que las intervenciones realizadas permitieron mejorar las condiciones de confort y habitabilidad; considerando que son edificaciones que pertenecen a la misma corriente arquitectónica (Arquitectura Moderna).

En el primer caso, mediante módulos prefabricados, estructuralmente independientes apilados en altura, como envolvente bioclimática de cerramientos móviles, Druot, Lacaton y Vassal consiguen dotar a las viviendas de la Torre Bois-le-Prêtre en París de superficie suplementaria y mayor luminosidad, renovando por completo su imagen urbana. La torre se ha convertido en un referente para la regeneración de la vivienda social construida en la segunda mitad del siglo pasado, adecuándolo a las necesidades actuales de confort y sostenibilidad; y revalorizando las cualidades arquitectónicas de esta torre.

El segundo caso se ubica en el barrio Trinitat Nova en Barcelona, en el que mediante

la incorporación de módulos prefabricados independientes en sus bloques de viviendas, se soluciona la problemática de circulación vertical mediante la implementación de ascensores y pasarelas para el acceso directo hacia las viviendas, además se realizan intervenciones de conservación de los edificios en la fachada y en la cubierta, mejorando la imagen urbana de la ciudad.



## 4.2. ESTUDIO DE CASO 1: TRANSFORMACIÓN DE LA TORRE DE VIVIENDAS BOIS-LE-PRÊTRE

### 4.2.1. ANTECEDENTES

En las décadas de 1960 y 1970 se construyeron en Europa numerosos conjuntos de vivienda colectiva que lograron disminuir la necesidad de viviendas de la posguerra, y que hoy presentan graves carencias.

Los arquitectos franceses Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean Philippe Vassal se concentran en una realidad que hasta ahora las políticas arquitectónicas francesas habían tratado con ignorancia: los barrios residenciales modernos construidos durante este período en la periferia de París. Los habitantes de éstas provienen en general de los niveles sociales con menor poder adquisitivo. La segregación social y étnica provoca una mala imagen que los políticos quieren mejorar urgentemente.

### 4.2.2. REGENERACIÓN FRENTE A DEMOLICIÓN

“No derribar nunca, no restar ni reemplazar nunca, sino añadir, transformar y reutilizar siempre”, ésta es la premisa en la que se basa la propuesta de los arquitectos. A partir de un análisis de los elementos que conforman la vivienda, en un recorrido que va de dentro hacia fuera del edificio, los au-

tores recuperan el placer de habitar desde una actitud precisa y delicada que tiene en cuenta todas las preexistencias.

Estos arquitectos formulan una nueva estrategia para la regeneración de los grandes conjuntos de viviendas en Francia. Según ellos la arquitectura es responsable de la imagen negativa de estos barrios, cuyas altas torres se han convertido en un símbolo de la miseria social de los suburbios y del fracaso de la política de integración. Ahora, a causa de la contaminación ideológica, se quieren derribar muchos de estos edificios. *(Imágenes 01, 02)*

El absurdo manifiesto de realizar un lavado de cara ideológico en este paisaje urbano ha dado lugar a que Druot, Lacaton y Vassal iniciaran una campaña de concienciación política sin precedentes en la arquitectura de los últimos años. Estos arquitectos buscaron el diálogo con los políticos responsables defendiendo un procedimiento más sensato con la arquitectura residencial: transformación en lugar de derribo. Con el apoyo del Ministerio de Cultura y Comunicación, demuestran como el presupuesto necesario para la demolición puede emplearse de una forma mucho más adecuada en la conservación y el mantenimiento a largo plazo de las viviendas. Contemplan la tarea de transformar y revalorizar un objeto preexistente como un reto para el arquitecto.



01: Bloques de multifamiliares en Aulnay-sous-Bois, barrio periférico de París, Francia.

En consecuencia empiezan por sustituir las fachadas poco atractivas de huecos demasiado pequeños por acristalamientos de suelo a techo. Con este cambio los habitantes podrán disfrutar por primera vez de las ventajas de la ubicación y altura de sus viviendas: espacios llenos de luz con una visión panorámica de un paisaje circundante. Otro aspecto de la transformación es la ampliación de la superficie habitable. Este principio se aplicó con una prolongación que amplía cada vivienda hacia el exterior a modo de galería. Esto es posible gracias a que la estructura de la prolongación es independiente del edificio existente, por lo que no aumenta las cargas del mismo. El incremento de la superficie total permite realizar una distribución más holgada de las plantas. Las particiones no portantes pueden desmontarse y crear secuencias espaciales fluidas a partir de las pequeñas habitaciones originales que, gracias a la transparencia de la fachada, incorporan el espacio exterior.

El principio es la ampliación del edificio preexistente mediante un espacio estructuralmente autónomo, minimiza las molestias que han de sufrir los habitantes durante el transcurso de las obras. Las distintas fases del proyecto pueden realizarse de forma escalonada, o que permite el uso alterno de las habitaciones de vivienda. La totalidad de la prolongación es prefabricada, planta por planta, y se superpone al bloque de viviendas. A continuación el cerramiento original



02: Derrocamiento de bloques de multifamiliares en Aulnay-sous-Bois, barrio periférico de París, Francia.





se sustituye por la nueva fachada de vidrio.

Otro punto es la reinterpretación del concepto de edificio residencial en altura. Para ello, los arquitectos realizan un análisis crítico de la institucionalización de la vivienda social producida en Europa tras la Segunda Guerra Mundial, que redujo la vivienda colectiva al apartamento individual y eliminó los espacios que propiciaban la gestación de una comunidad social y el encuentro fuera de la vivienda.

Reivindican el uso comunitario de las plantas bajas del edificio. De este modo el vestíbulo se convierte en un espacio de recepción. Con esta medida los pisos inferiores, menos atractivos por la falta de visitas y de privacidad, son convertidos en animados espacios comunitarios. También se pretende que en las plantas de viviendas el uso residencial no quede limitado a la esfera privada.

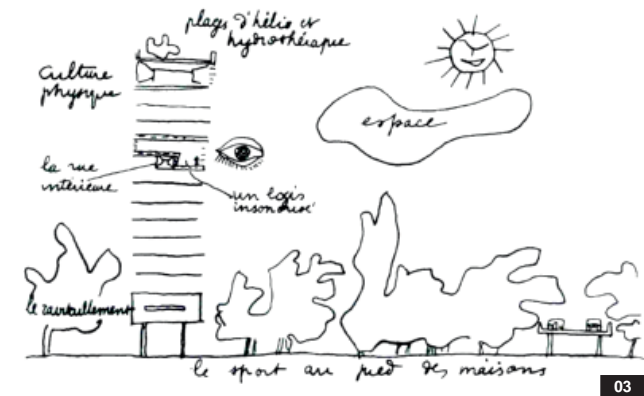
Druot, Lacaton y Vassal comparten el empeño por procurar viviendas a precios razonables para el mayor número posible de personas. Sin embargo, discrepan con la conclusión que ha derivado de esta idea, según la cual esa supuesta superficie mínima que el ser humano precisa para vivir debe ser alcanzada con el escaso presupuesto que la sociedad está dispuesta a destinar para su construcción. Para los autores el anhelo por un espacio habitable amplio es

una aspiración fundamental que no debe condicionarse al obligado cumplimiento de la determinaciones del presupuesto.

Ante todo desechan la creencia de que un presupuesto reducido conlleve necesariamente a una arquitectura mediocre. Se demuestra lo contrario: con un presupuesto equivalente al necesario para derribar los bloques, alojar temporalmente a sus habitantes y procurarles nuevas viviendas, se pueden renovar los edificios existentes, aumentar considerablemente su superficie y mejorar en gran medida su calidad y durabilidad.

Otro principio del movimiento moderno es el de la planta libre y la variabilidad que posibilita. Las particiones son eliminadas o desplazadas. Superficies totalmente acristaladas sustituyen al masivo cerramiento. Se introducen balcones para transformar radicalmente y de manera económica una arquitectura que interpretó el movimiento moderno únicamente desde la función, desde una visión encasillada y estrecha de miras; de este modo se proporciona un hábitat generoso.

“Ante este panorama, la Torre Bois-le-Prêtre se ha convertido en un referente en cuanto a conservación y revitalización de un edificio existente, demostrando que es posible adaptar un edificio, en apariencia obsoleto, a las necesidades actuales sin un



03, 04: La actuación revaloriza la arquitectura de la torre recuperando y actualizando principios fundamentales del Movimiento Moderno para la vivienda en altura, como la relación con el plano del suelo y la apertura hacia el paisaje, presentes en los "jardines suspendidos" de Le Corbusier.

elevado costo”.<sup>1</sup>

#### 4.2.3. REPENSANDO EL CONCEPTO DE HABITAR

El reto al que hoy en día la arquitectura ha de hacer frente es el de transformar y revalorizar los edificios ya construidos. En la confrontación de la trama existente con la nueva propuesta está hoy el lugar de acción para el arquitecto, en un proceso del que surge una respuesta adecuada a las necesidades contemporáneas. Druot, Lacaton y Vassal proponen una estructura abierta, flexible, que posibilite la generación de nuevas relaciones con el clima, con el medio, con las actividades, y con un papel activo del habitante.

Aún reconociendo que la torre no era de gran interés arquitectónico, los arquitectos han sido capaces de recuperar y actualizar algunos de los principios originales del movimiento moderno, tales como la relación con el paisaje de la vivienda que según Le Corbusier la concibe con la introducción de los “jardines suspendidos”, o la planta libre (asociada a los usos comunitarios y de relación social en planta baja), adaptándolos a las nociones de confort y calidad actuales y a los modos de vida contemporáneos. (*Imágenes 03, 04*)

“La construcción de estos conjuntos residenciales permitió transformar las condiciones de habitabilidad de miles de personas, pasando de estados insalubres a modos de vida dignos. Cuarenta años más tarde, la dignidad no debe ser un máximo. La vivienda debe tener como objetivo proporcionar el placer de habitar, facilitar de forma simple la correspondencia con las necesidades sociales y familiares contemporáneas”.<sup>2</sup>

Se incorporan las necesidades de los usuarios como parte del programa haciendo que éstos se involucren en la gestión del proyecto de forma participativa, los autores afrontan la renovación del parque arquitectónico residencial desde el problema concreto de la vivienda, persiguiendo la idea del “lujo” como el placer de habitar. El lujo implica ofrecer un plus inesperado: más espacio, más luminosidad, más sencillez y más economía de medios frente a la alternativa de la demolición, Druot, Lacaton y Vassal demuestran que una regeneración de estas características puede resultar más sostenible y menos traumática para los ocupantes de las viviendas, y además conseguir revalorizar el edificio existente.

Ante esto, la Torre Bois-le-Prêtre se ha convertido en un referente en cuanto a conservación y revitalización de un edificio existente, demostrando que es posible adaptar



05: Extremo lateral de la Torre Bois-le-Prêtre, en los que la ampliación alberga dormitorios independientes, aislados del exterior térmica y acústicamente. Tras el cerramiento acristalado se disponen las cortinas reflectantes.

<sup>1</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid, 2012: 31.

<sup>2</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 3. Madrid, 2012: 26.



un edificio, en apariencia obsoleto, a las necesidades actuales sin un elevado costo.

#### 4.2.4. TRANSFORMACIÓN

Cada bloque de las periferias debe cumplir ciertos niveles de confort y calidad máximos iguales a los edificios de los barrios más elegantes, garantizando la durabilidad de las edificaciones.

“Hay que sacar partido de las cualidades intrínsecas de los grandes conjuntos de viviendas:

- La solidez; hoy día, la calidad de la construcción es mejor de lo que era en los edificios de los siglos XIX, XVIII y XVII (higiene, solidez, acústica, aislamiento térmico, etc.)
- El minimalismo de los elementos de circulación, la superposición y las transparencias.
- La higiene, la salubridad, el confort, la potencialidad de las vistas y de las transparencias.
- La capacidad de transformación y de ampliación de las viviendas.
- La economía de espacio, la economía de suelo, de las instalaciones y del viario.

- La densificación del territorio no ocupa-

do con el fin de crear proximidades necesarias entre vivienda y servicios equipamientos, comercios y actividades”.<sup>3</sup>

El edificio, construido a finales de los años cincuenta, fue rehabilitado por primera vez en los años noventa. Finalmente, el proyecto de Druot, Lacaton y Vassal, renueva la apariencia exterior, pero respeta y actualiza los valores arquitectónicos del edificio original. El proyecto de transformación de la Torre Bois-le-Prêtre demuestra una operación de rehabilitación, desarrollada en un edificio habitado, es menos costosa, más rápida y de mayor calidad que una operación de derrocamiento y nueva construcción. (*Imagen 05*)

<sup>3</sup> Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili S.L. Barcelona, 2007: 30.





#### 4.2.5. FICHA TÉCNICA

**Superficie:** 6288 m<sup>2</sup> útiles existentes + 5400 m<sup>2</sup> de ampliación, total 11688 m<sup>2</sup>.

**Arquitecto (proyectista):** Raymond López

**Arquitectos (intervención):** Frédéric Druot, Anne Lacaton & Jean-Philippe Vassal.

**Colaboradores:** Adis Tatarévic, Florian de Pous, Miho Nagashima, Caroline Stahl, Mario Bonilla, David Pradel.

**Propiedad:** Paris Habitat.

**Promotor:** Oficina Pública de Planificación y Construcción de Paris. (OPAC- Offices Publics de L'Aménagement et de la construction de Paris).

**Constructora:** OPAC

**Ingeniería de estructuras:** VP & Green.

**Ingeniería de instalaciones:** Inex.

**Estudio de economía:** E.2.I, VPEAS.

**Acústica:** Jourdan

**Seguridad contra incendios:** Vulcanéo.

**Construcción metálica:** ACMD (Ateliers de Constructions Métalliques Delpoux).

**Hormigón:** Brezillon.

**Capinterías interiores:** Technal.

**Cortinas técnicas reflectantes:** Rénovyl.

**Ubicación:** Boulevard du Bois-le-Prêtre, 7. París, Francia.

**Inicio de construcción:** 1958

**Finalización de construcción:** 1961

**Año de intervención:** 2008 - 2011

**Programa:** 96 viviendas

**Altura:** 50 m.

**Número de pisos:** 16





06

06: Torre Bois-le-Prêtre, estado actual.



#### 4.2.6. EMPLAZAMIENTO

El edificio se encuentra emplazado en el distrito 7, en la avenida Bois-le-Prêtre, al norte de París, Francia, junto a un cementerio; está rodeado de equipamientos educativos, y de todo tipo de viviendas sociales.

**Latitud:** 48° 53' 56,32" N.

**Longitud:** 2° 19' 14,22" E.

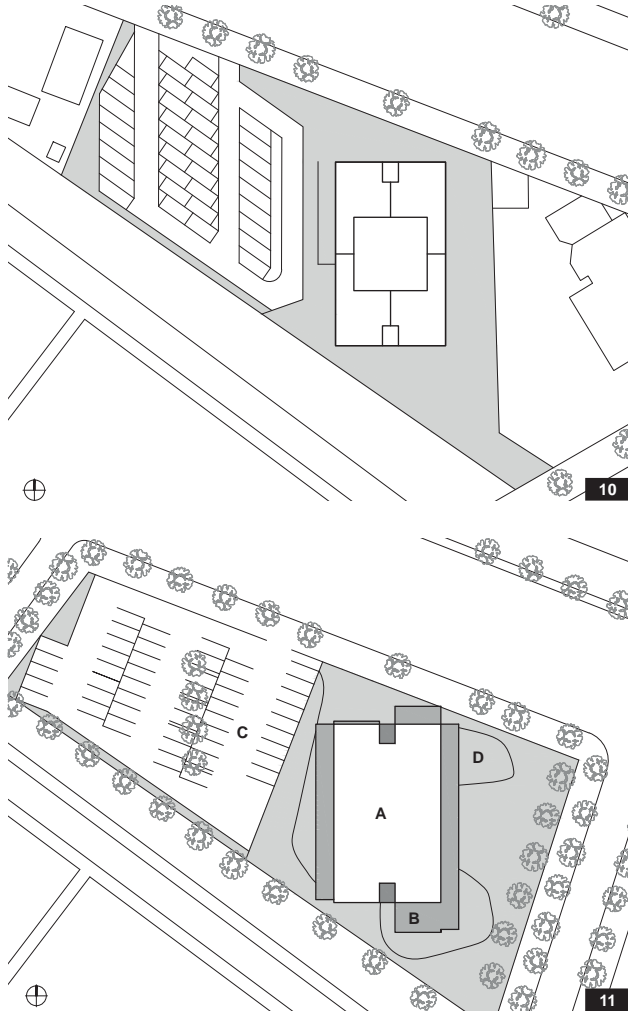
**Elevación:** 33 m.s.n.m.



07: Mapa del mundo, ubicación de Francia.  
08: Mapa de Europa, ubicación de Francia y París.

09: Mapa de Francia, ubicación de París, Torre Bois-le-Prêtre.





10: Emplazamiento - edificio original.  
11: Emplazamiento - edificio intervenido. A. Edificio existente. B. Adición de módulos apilados a partir de planta 1°. C. Nuevo estacionamiento. D. Entrada.

12: Emplazamiento actual de la Torre Bois-le-Prêtre.



## 4.2.7. HISTORIA

### 1858 - 1961

La Oficina Pública de Viviendas de Alquiler Moderado en París responsable de la política urbana y de vivienda en la capital francesa, designa al arquitecto Raymond López<sup>4</sup> el desarrollo urbanístico de las zonas libres aptas para la edificación y el crecimiento de la ciudad en 1958, con terrenos próximos a la Puerta de Pouchet. Dando como resultado un barrio residencial moderno, terminado en 1961, con bloques de vivienda dispersados en amplios espacios libres, y torres de gran altura, entre las que se encuentra la Torre Bois-le-Prêtre, ejecutada por Raymond López.

### 1990

A principios de los 90 se realiza la rehabilitación de la torre con el objeto de adecuarla a la normativa vigente impulsada por la oficina de Planeamiento y Obras Públicas de París, renovando las fachadas mediante la colocación de aislamiento por su cara exterior (cerrando balcones y reduciendo los vanos), la seguridad (en planta baja) y el sistema de calefacción. Todo ello modifica la apariencia del edificio y del conjunto del barrio. Sin embargo, la intervención no mejorara la calidad de vida de sus inquilinos, ni



13: Torre Bois-le-Prêtre, año 1961.



14: Torre Bois-le-Prêtre, año 1990

<sup>4</sup> **Raymond López:** Francia, 1904 - 1966. Urbanista y arquitecto de edificios civiles y palacios nacionales, director del plan urbano de París en 1958.



la imagen degradada de la torre.

## 2002 - 2008

El Gran Proyecto de Renovación Urbana aprobado en 2002, decide no demoler la edificación en el 2005. París Habitat convoca un concurso para transformar esta torre de vivienda colectiva. La propuesta ganadora apuesta por mejorar la calidad de las viviendas mediante un aumento del espacio habitable; presentada por los arquitectos Druot, Lacaton y Vassal.

### 4.2.8. PROGRAMA

El edificio tiene 50 metros de altura, con 16 plantas desarrolladas en dos niveles, que albergan 96 viviendas sociales de alquiler, de las cuales 32 son de 5 dormitorios, 28 son de dos dormitorios y 36 son departamentos de un dormitorio.

“De las 96 viviendas originales, con tipologías de cinco, uno y dos dormitorios, se ha pasado a siete nuevos tipos de vivienda, adaptándose a las necesidades de los usuarios que podrán conservar sus viviendas una vez finalizada la obra, o bien mudarse a otras nuevas, mayores o menores, si sus necesidades han cambiado”.<sup>5</sup>

Con la remodelación de las fachadas, y

también en función de las necesidades individuales de cada arrendatario, en el interior de las viviendas se renueva totalmente los acabados, instalación eléctrica, sistema de ventilación, fontanería y aparatos sanitarios.

Debido a que las terrazas y galerías exteriores en la normativa estaban excluidas del área total de edificabilidad, se propuso la ampliación de la superficie de las viviendas. Así, el proyecto propone la extensión de cada vivienda hacia el exterior mediante la adición de un elemento modular, formando una franja corrida de 3 metros de anchura, extendiéndose sobre las fachadas longitudinales (este y oeste), apilándose los módulos unos sobre otros. “En la fachada norte, en el lado más corto de la planta rectangular, se añade por cada planta una habitación suplementaria y una ampliación de la cocina, y sobre el lado sur, dos habitaciones con balcón y un pasillo de acceso”.<sup>6</sup>

Se amplió la superficie acristalada de la fachada original y se añadió a las viviendas una terraza invernadero, cuya superficie está entre 16 y 33 m<sup>2</sup>, y un balcón corrido abierto al aire libre, con una superficie entre 6 y 18 m<sup>2</sup>. Esta operación se realizó a través de los módulos prefabricados independientes añadidos a las fachadas existentes como estructuras autónomas y colocados por fases. A éstos se superponen paneles



15

<sup>5</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 31.

<sup>6</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 32.

15: Torre Bois-le-Prêtre, año 2011 (estado actual).





deslizantes y cortinas térmicas que crean una envolvente bioclimática.

Por otra parte, se mejora la accesibilidad a las viviendas reubicando los ascensores y abriendo la planta baja. Además, se consiguió justificar el desarrollo sostenible de la obra, demostrando que económicamente la operación de transformación era mucho más ventajosa (100000 euros por vivienda frente a los 170000 de la demolición y posterior reconstrucción).

“Para cumplir con los requisitos de accesibilidad, los tres ascensores originales, insertados en el núcleo central de hormigón, se han sustituido por tres ascensores independientes, dos de los cuales, adosados a las partes laterales, permiten acceder sin desniveles a los apartamentos situados en los laterales. Los cuartos de basuras en cada planta se suprimen, incorporando espacio resultante al interior de las viviendas. El proyecto comprende por último la reorganización y mejora de la accesibilidad a las bodegas en planta sótano”.<sup>7</sup>

Finalmente la intervención se completa con un conjunto de obras en los espacios comunes. En planta baja, se regulariza el nivel del vestíbulo con el de la calle, conectando el edificio con el jardín. Se incorporan también locales comunitarios y de reunión.

<sup>7</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 35.

#### 4.2.9. SISTEMA CONSTRUCTIVO

El edificio se construyó con elementos de hormigón prefabricado y estructura de muro de carga, estando la fachada original compuesta por grandes superficies acristaladas y balcones.

En la primera intervención el edificio conserva su estructura de hormigón armado, con muros de carga y losas horizontales. Los muros longitudinales delimitan el corredor central que da acceso a las viviendas. Este pasillo se desarrolla salvando un desnivel de media planta, lo que produce la alternancia de las bandas horizontales de los huecos en la fachada, característica del edificio. Los muros transversales, dispuestos perpendicularmente a la fachada, separan las viviendas salvando una luz de 7,50 m. entre ejes.

En la segunda intervención, la estructura original del edificio se mantiene, se libera a las fachadas de la función estructural, ofreciendo un gran potencial para la transformación de la envolvente del edificio.

#### 4.2.10. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO

La envolvente del edificio adquiere en este proyecto una gran importancia entendiéndose como un elemento activo, móvil, que ofrece al usuario la posibilidad (y res-



16: Estado de la Torre Bois-le-Prêtre tras la intervención de 1990.

17: Fase de eliminación de la fachada e incorporación de la superficie acristalada y estructura metálica.

pensabilidad) de crear su propio clima. La sencillez de los sistemas empleados (aislamientos móviles, cortinas, paneles deslizantes) hace que esos dispositivos se sitúen más cerca de lo que sería un conjunto de herramientas de manejo manual que de una máquina tecnológica sofisticada. Esta característica de la envolvente y la voluntad de destinar el mayor volumen posible a un espacio de programa abierto e indefinido son, junto a la ligereza estructural y la economía de medios, planteamientos arquitectónicos que Lacaton y Vassal han desarrollado en muchas de sus obras y sobre los que siguen investigando. (Imágenes 16, 17, 18, 19)

#### 4.2.11. APORTES BIOCLIMÁTICOS PROPORCIONADOS POR EL MÓDULO PREFABRICADO

Para cumplir con las exigencias de la normativa francesa en materia de sostenibilidad y consumo energético se utilizaron las siguientes estrategias: la doble piel asegura una gestión óptima del aporte de luz solar; la galería de la terraza invernadero, calefactada naturalmente por el sol, cumple su función bioclimática y reduce el consumo de calefacción hasta un 50 %; los paneles de vidrio deslizantes con un sistema de rotura de puente térmico garantizan un aislamiento térmico muy elevado durante el año, los paneles exteriores facilitan la conservación del calor interior en invierno y permiten la ventilación en verano, asegurando

que la terraza esté en condiciones de confort durante todo el año. “El funcionamiento conjunto de los dos límites de cerramiento contribuye al reglaje óptimo de la ventilación nocturna y diurna. Con sus dimensiones de suelo a techo, la esbeltez de los perfiles de los marcos y la transparencia de los vidrios, los paneles aumentan considerablemente la luminosidad del interior. La alternancia de paños traslúcidos y transparentes, combinada con el uso de cortinas textiles para el oscurecimiento del interior, permite matizar la intensidad de la luz natural que entra desde el exterior, aprovechándola al máximo y reduciendo al mínimo necesario la utilización de la iluminación eléctrica”.<sup>8</sup>

Además, tras el acristalamiento, las habitaciones están protegidas por cortinas textiles compuestas por una capa de lana natural y un recubrimiento exterior reflectante que rechaza un 95 % de la radiación solar. A los paneles deslizantes transparentes que cierran las terrazas o “jardines de invierno” se añade también un sistema de cortinas correderas de sombra en tejido reflectante.

#### 4.2.12. EL RESULTADO

- “La transformación de 96 viviendas existentes.
- Se dotó a cada vivienda de un jardín de



<sup>8</sup> Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 38.

18, 19: Proceso de colocación de las estructuras independientes de los jardines invierno y balcones, se superponen uno sobre otro.



invierno y un balcón.

- Ampliación de la superficie de las viviendas por prolongación o por cambio de tipo de vivienda (por ejemplo: una vivienda de dos dormitorios sin prolongación se transforma en una vivienda de 1 dormitorio).

- Introduccción de una amplia variedad de tipos de viviendas.

- Introducción ocho viviendas nuevas.

- Se permitió que los arrendatarios sigan viviendo en la torre, ya sea en la vivienda que ocupan en la actualidad o en otra vivienda de la misma torre.

- Se realizaron las obras sin que los vecinos tengan que trasladarse durante el desarrollo de las mismas.

- Introducción de locales comunes y asociativos.

- Reducción del consumo de energía en más de un 50%, gracias a:

- La optimización de los aportes de energía pasiva de las fachadas.

- La instalación de fuentes de iluminación de bajo consumo.

- La consideración de energías reno-

vables, eólicas y fotovoltaicas.

- La recuperación de la energía proveniente de la ventilación”.<sup>9</sup>

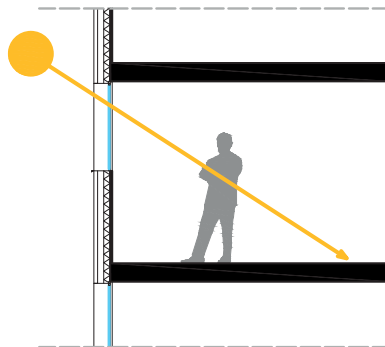
<sup>9</sup> Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007: 30.



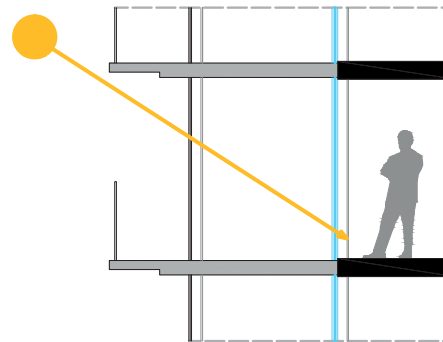


## 4.2.13. ANÁLISIS DEL SOLEAMIENTO

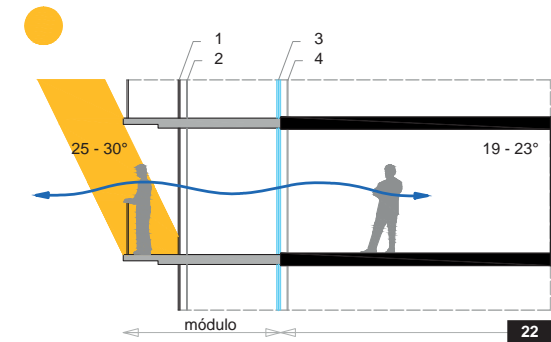
### VERANO



20

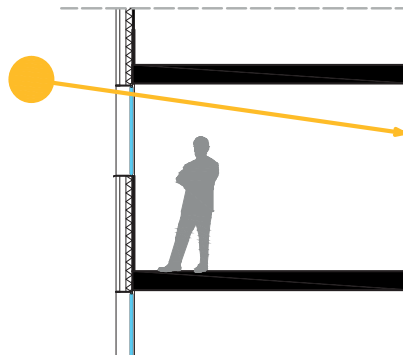


21

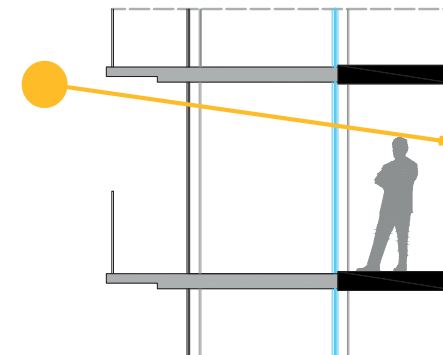


22

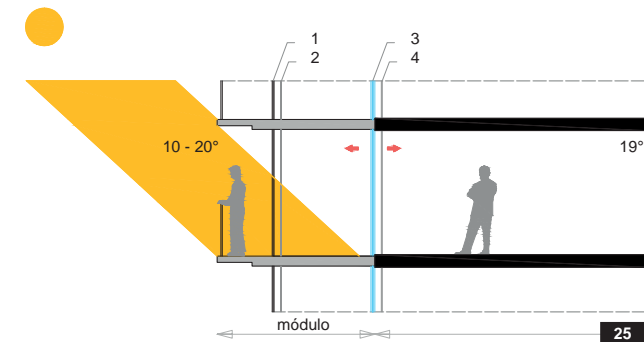
### PRIMAVERA/OTOÑO



23



24



25

**20:** Fachada existente. Orientación oeste, 21 de junio (solsticio de verano) a las 16:30, inclinación 33°.

- Asoleo directo en la vivienda.
- Ausencia de protección solar exterior.

**23:** Fachada existente. Orientación oeste, 21 de marzo (equinoccio de primavera) a las 16:30, inclinación 8°.

- Asoleo directo en la vivienda.
- Ausencia de protección solar exterior.

**21:** Fachada proyecto

- La prolongación protege del asoleo directo.
- La divisoria del jardín de invierno se abre para asegurar la ventilación.
- La sombra exterior permite que cada arrendatario gestione su confort térmico.

**24:** Fachada proyecto

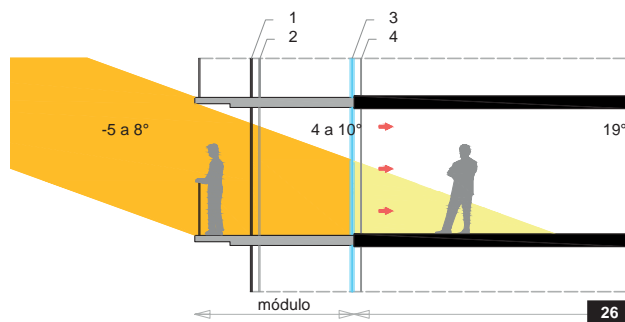
- La prolongación protege del asoleo directo
- La divisoria del jardín de invierno se cierra y se capta los aportes térmicos del sol (economía de energía)

**22:** Fachada proyecto. Orientación Oeste, 21 junio, 13:00, inclinación 63°. Protección contra los rayos solares y ventilación natural.

**25:** Fachada proyecto. Orientación Este, 21 septiembre, 10:30, Inclinación 43°. Equilibrio de temperatura por transferencia de calor acumulado por el jardín de invierno.

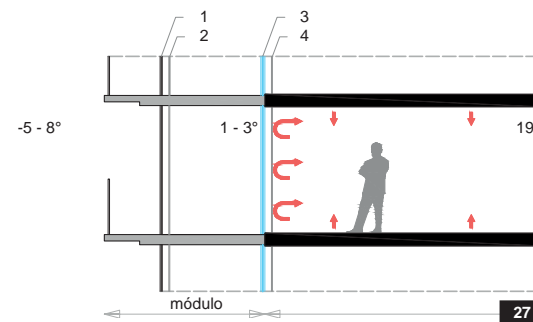


## INVIERNO

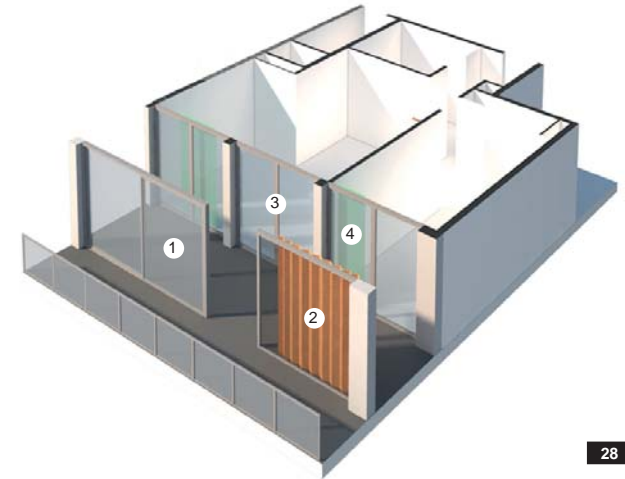


**26:** Fachada proyecto. La captación solar es directa. Aislamiento térmico por el efecto invernadero.

## NOCHE EN INVIERNO



**26:** Fachada proyecto. Conservación y restauración del calor acumulado del día.

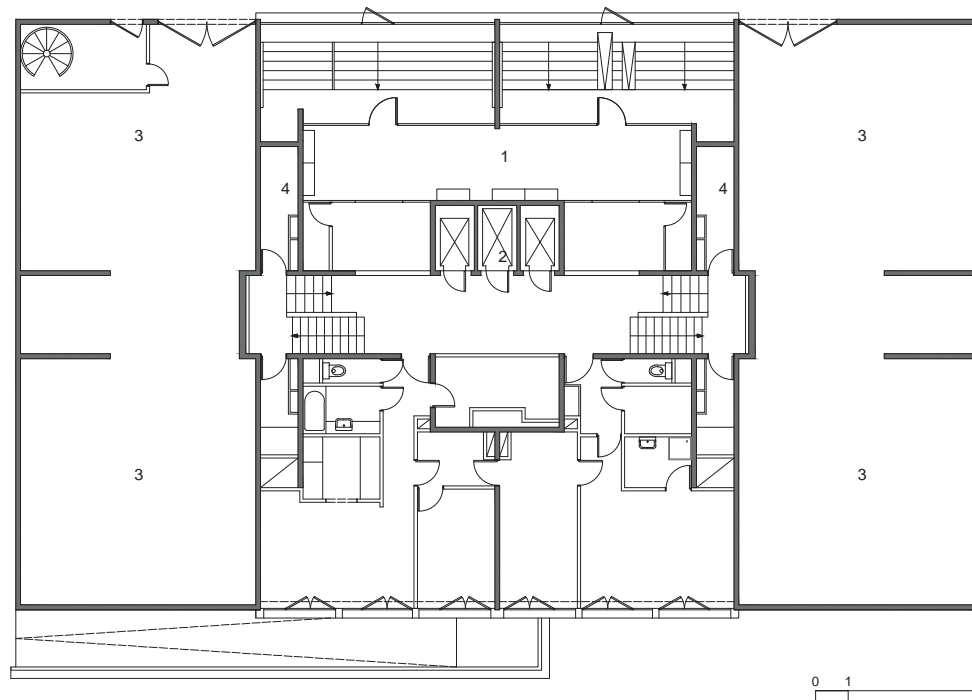


**28:**

**28:** Componentes de protección climática:  
1. Pared ligera: Abierto  
2. Cortina generador de sombra: cerrado  
3. Fachada de cristal: abierto  
4. Cortina térmica: abierto



#### 4.2.14. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS, ELEVACIONES Y CORTES



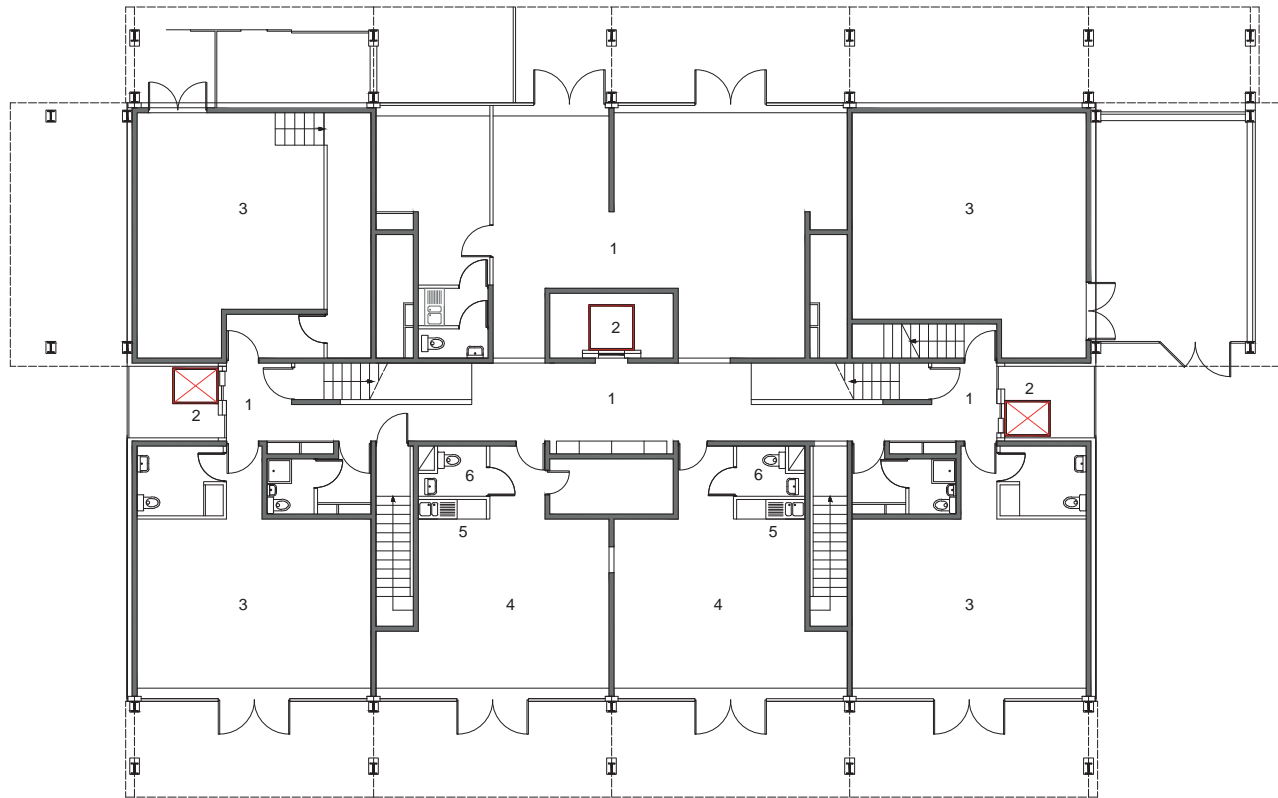
#### PLANTA BAJA - ORIGINAL

- 1. Vestibulo de ingreso
- 2. Ascensores
- 3. Local comercial
- 4. Bodega

P01: Planta baja (estado original)



- 29: Torre Bois-le-Prêtre, acceso principal, año 1990.
- 30: Torre Bois-le-Prêtre, vestibulo de ingreso, año 1990.



## PLANTA BAJA - INTERVENCIÓN

- 1. Vestibulo
- 2. Ascensores
- 3. Local comercial
- 4. Sala - comedor
- 5. Cocina
- 6. Baño

P02: Planta baja (intervención)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

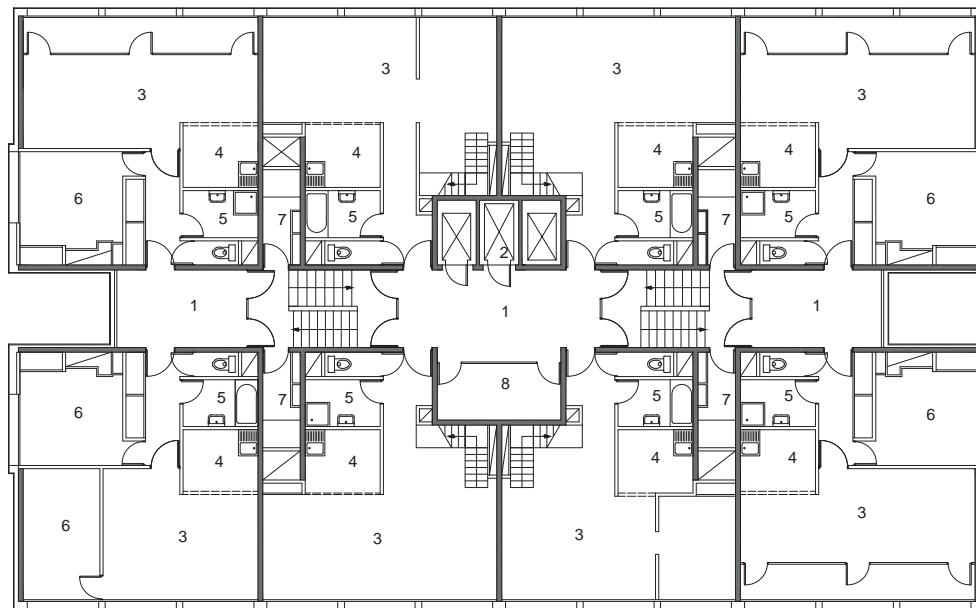


31



32

31: Torre Bois-le-Prêtre, acceso principal transformación, año 2011.  
32: Torre Bois-le-Prêtre, vestibulo de ingreso transformación, año 2011.



## PLANTA TIPO - ORIGINAL

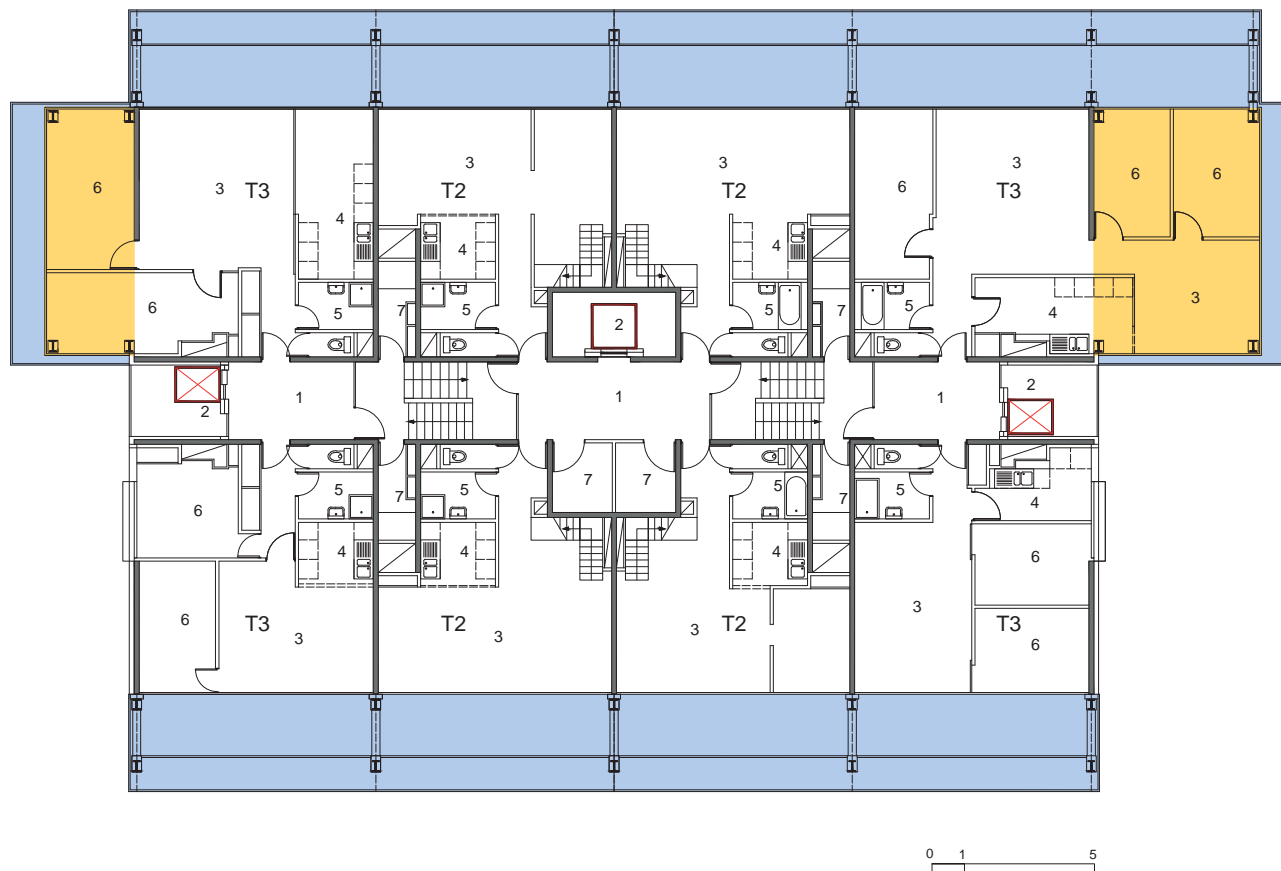
1. Vestíbulo
2. Ascensores
3. Sala - comedor
4. Cocina
5. Baño
6. Habitación
7. Bodega
8. Estar

P03: Planta tipo (estado original)



P03

33: Torre Bois-le-Prêtre, área social interior de los departamentos, año 1990.



## PLANTA BAJA - INTERVENCIÓN

- 6 Módulo de ampliación con habitaciones y balcón
- 3 Módulo de ampliación con jardín - invernadero y balcón

- 1. Vestíbulo
- 2. Ascensores
- 3. Sala - comedor
- 4. Cocina
- 5. Baño
- 6. Habitación
- 7. Bodega
- T2, T3. Tipologías de departamentos

P04: Planta tipo (intervención)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



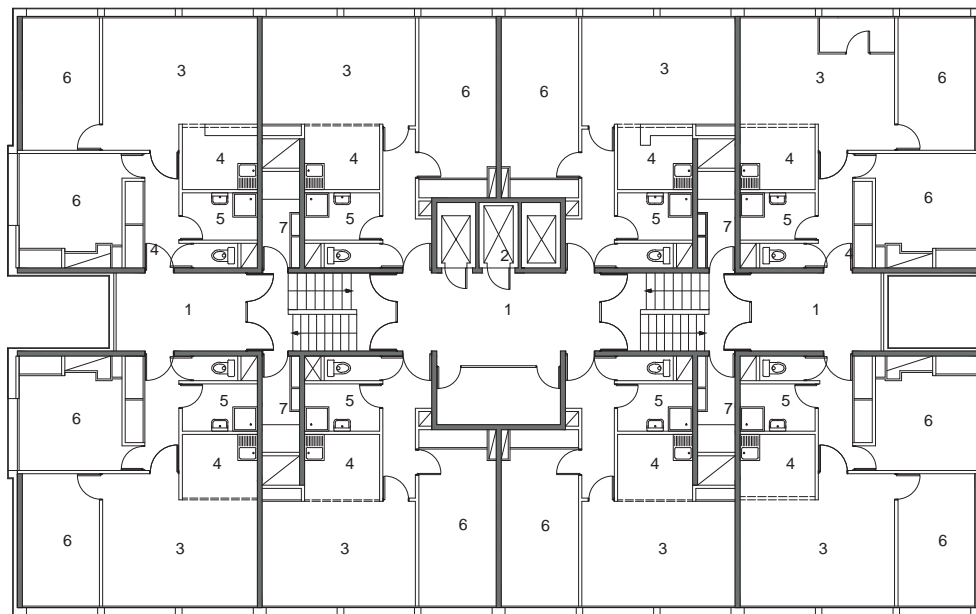
34



35

34: Torre Bois-le-Prêtre, área social interior de los departamentos, año 2011.  
35: Torre Bois-le-Prêtre, módulo jardín-invernadero, interior, año 2011.





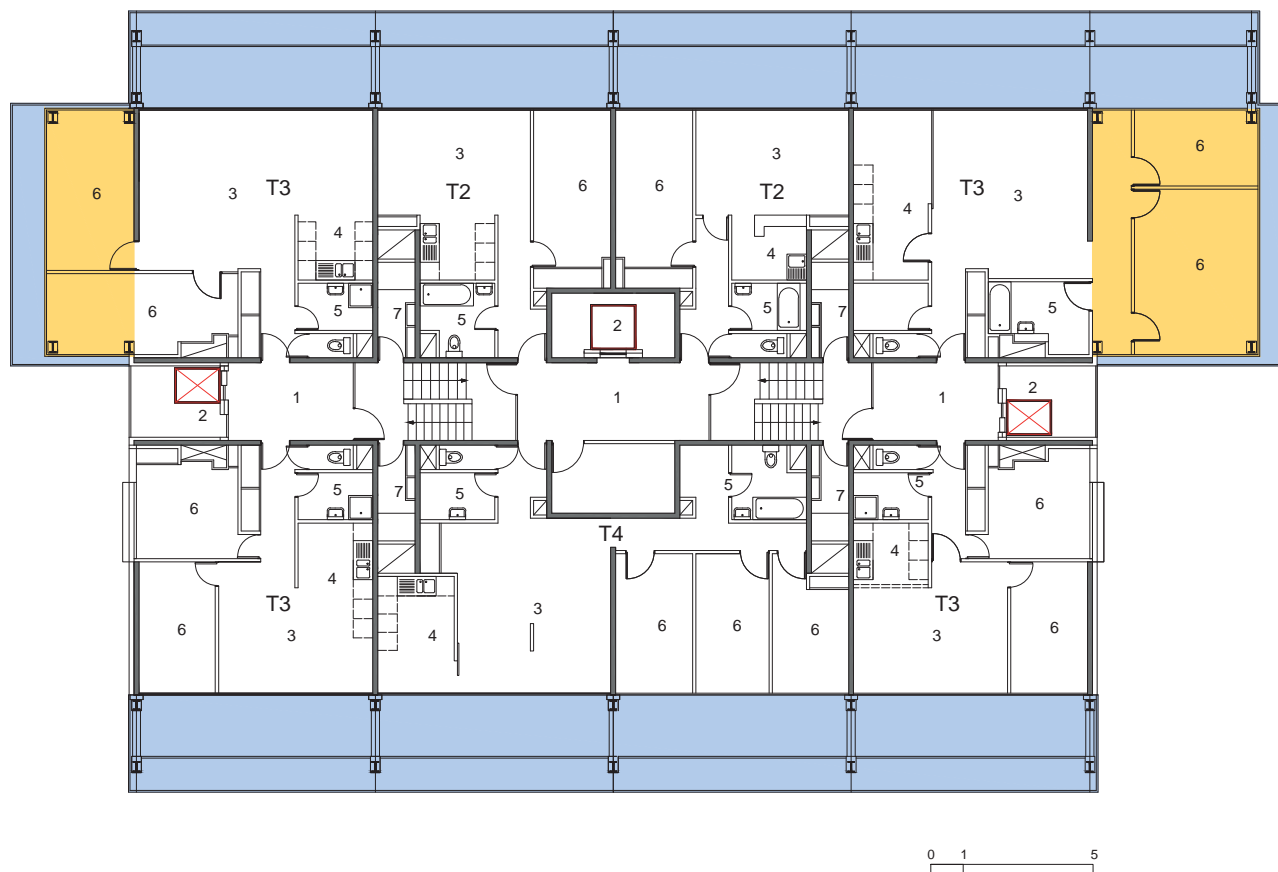
## PLANTA TIPO PAR - ORIGINAL

- 1. Vestíbulo
- 2. Ascensores
- 3. Sala - comedor
- 4. Cocina
- 5. Baño
- 6. Habitación
- 7. Bodega

P05: Planta par (estado original)



36: Torre Bois-le-Prêtre, interior de una de las habitaciones, año 1990.



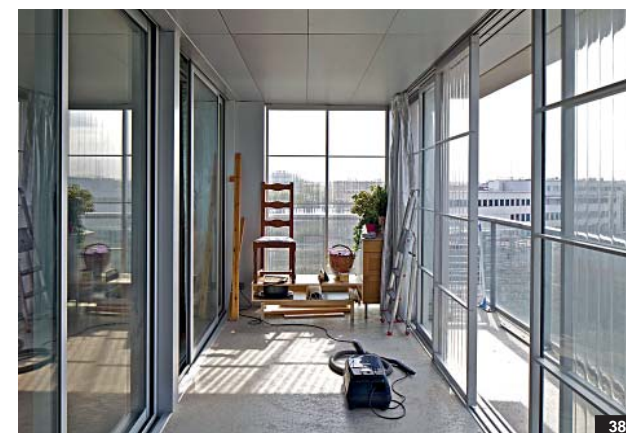
## PLANTA TIPO PAR - INTERVENCIÓN

- 6 Módulo de ampliación con habitaciones y balcón
- 6 Módulo de ampliación con jardín - invernadero y balcón

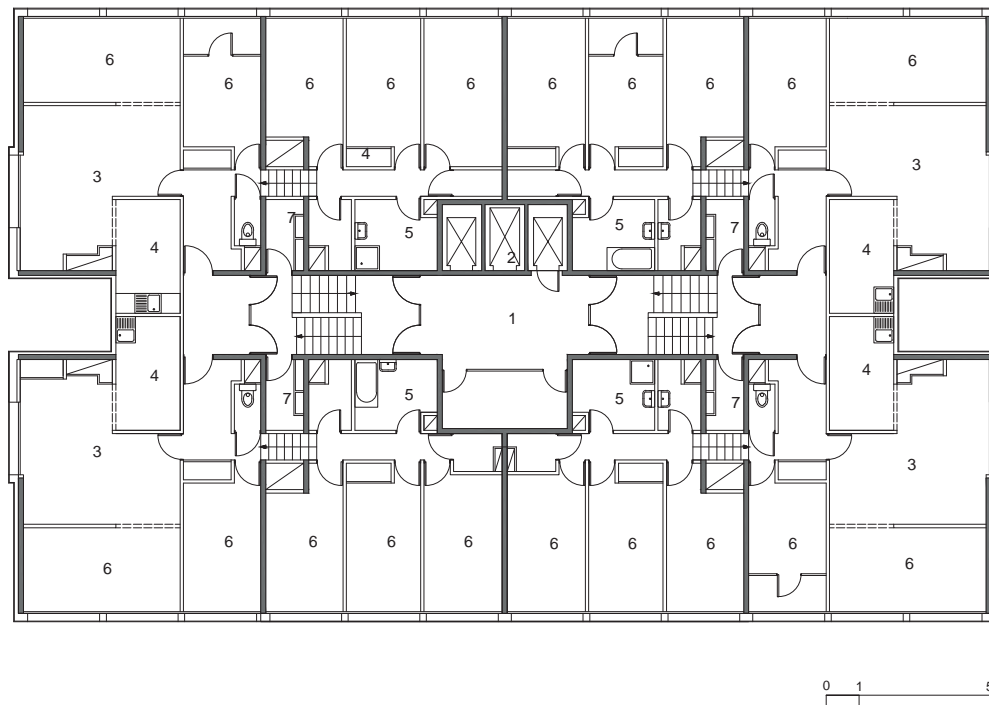
- 1. Vestíbulo
- 2. Ascensores
- 3. Sala - comedor
- 4. Cocina
- 5. Baño
- 6. Habitación
- 7. Bodega
- T2, T3, T4. Tipologías de departamentos

P06: Planta par (transformación)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



37: Torre Bois-le-Prêtre, módulo prefabricado jardín-invernadero, año 2011.  
38: Torre Bois-le-Prêtre, jardín - invernadero, balcón, año 2011.



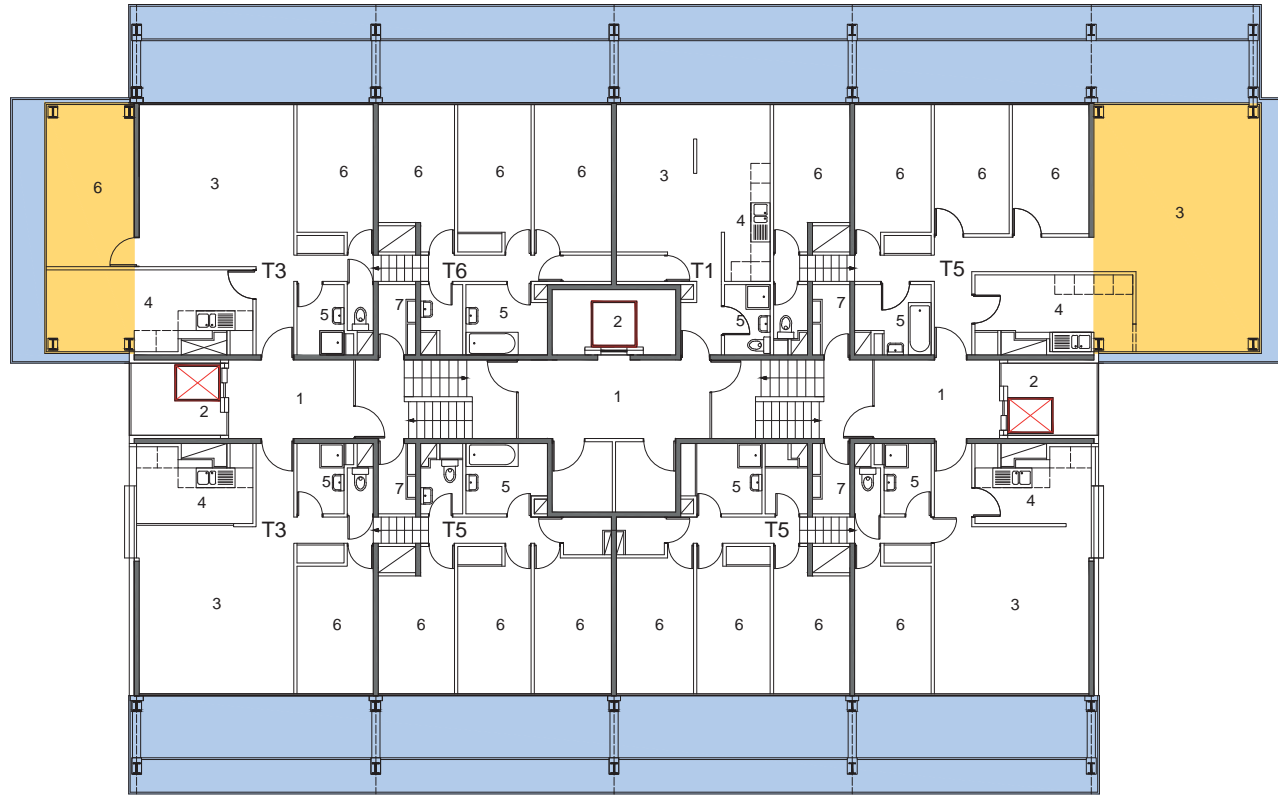
## PLANTA TIPO IMPAR - ORIGINAL

- 1. Vestíbulo
- 2. Ascensores
- 3. Sala - comedor
- 4. Cocina
- 5. Baño
- 6. Habitación
- 7. Bodega

P07: Planta impar (estado original)



39: Torre Bois-le-Prêtre, interior de una de las habitaciones, año 1990.



0 1 5

## PLANTA TIPO IMPAR - INTERVENCIÓN

- Módulo de ampliación con habitaciones y balcón
- Módulo de ampliación con jardín - invernadero y balcón

- 1. Vestíbulo
- 2. Ascensores
- 3. Sala - comedor
- 4. Cocina
- 5. Baño
- 6. Habitación
- 7. Bodega
- T3, T5, T6. Tipologías de departamentos

P08: Planta impar (intervención)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

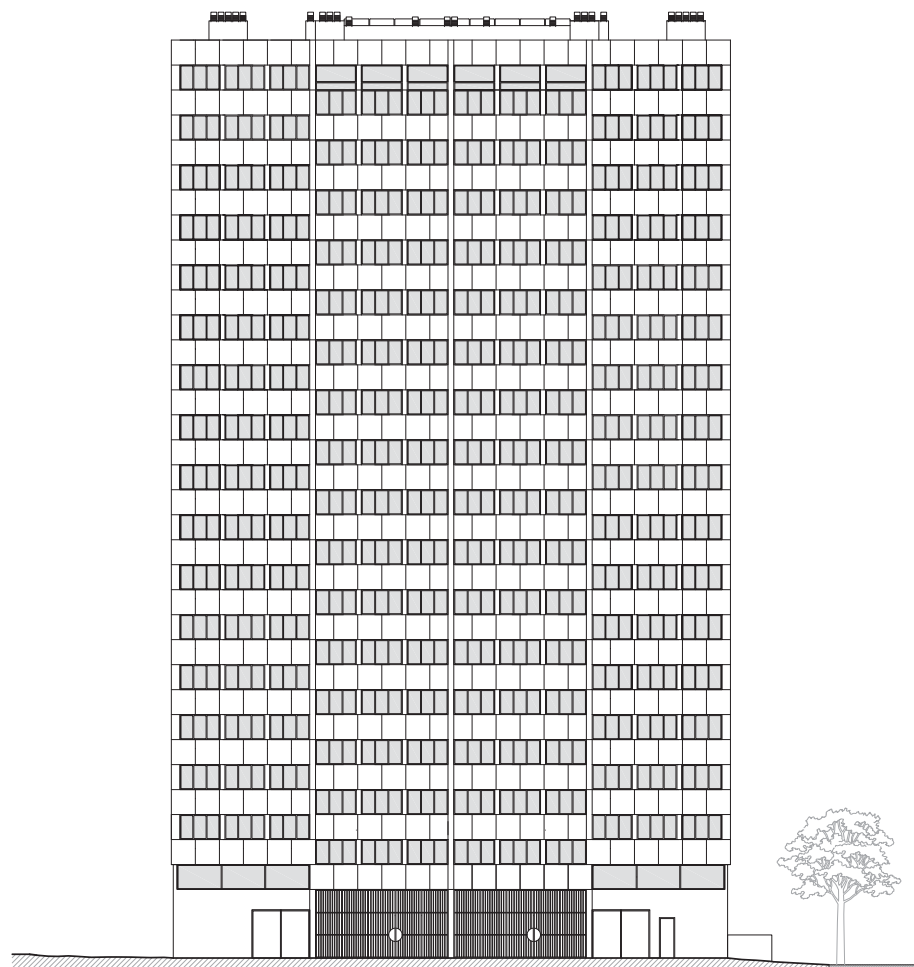


40



41

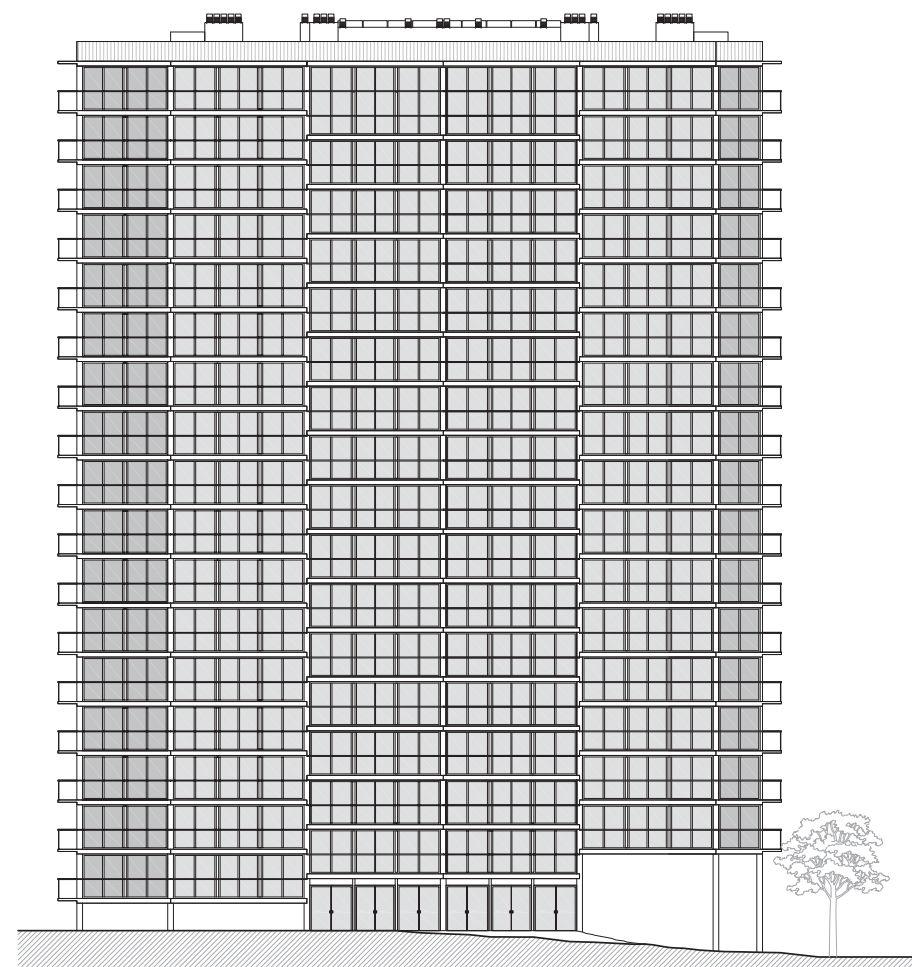
40: Torre Bois-le-Prêtre, visuales de París desde los balcones, año 2011.  
41: Torre Bois-le-Prêtre, retranqueo de pisos, balcones del módulo, año 2011.



**ELEVACIÓN OESTE - ORIGINAL**

F01

F01: Elevación Oeste (estado original)

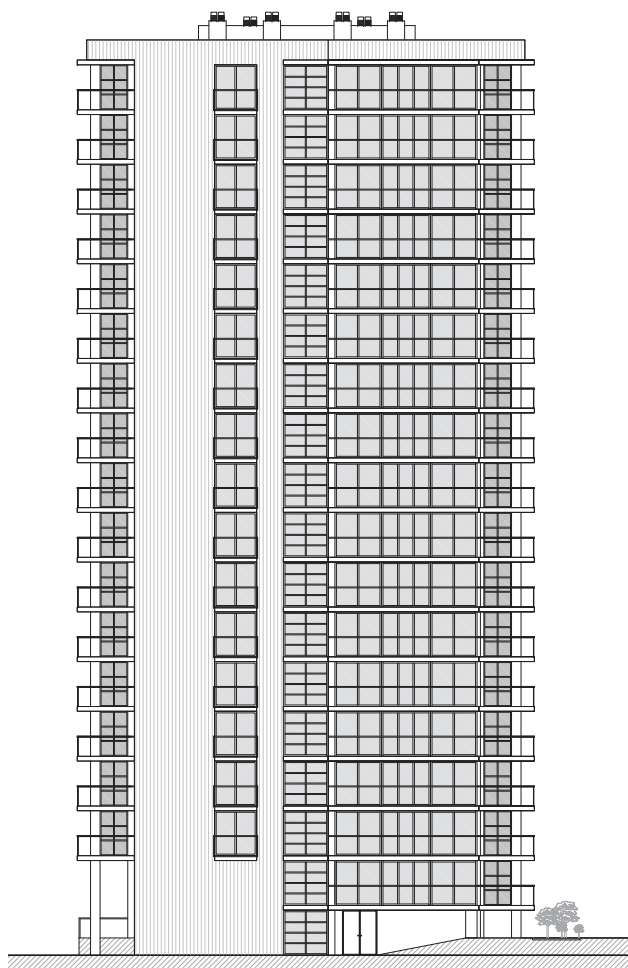


**ELEVACIÓN OESTE - INTERVENCIÓN**

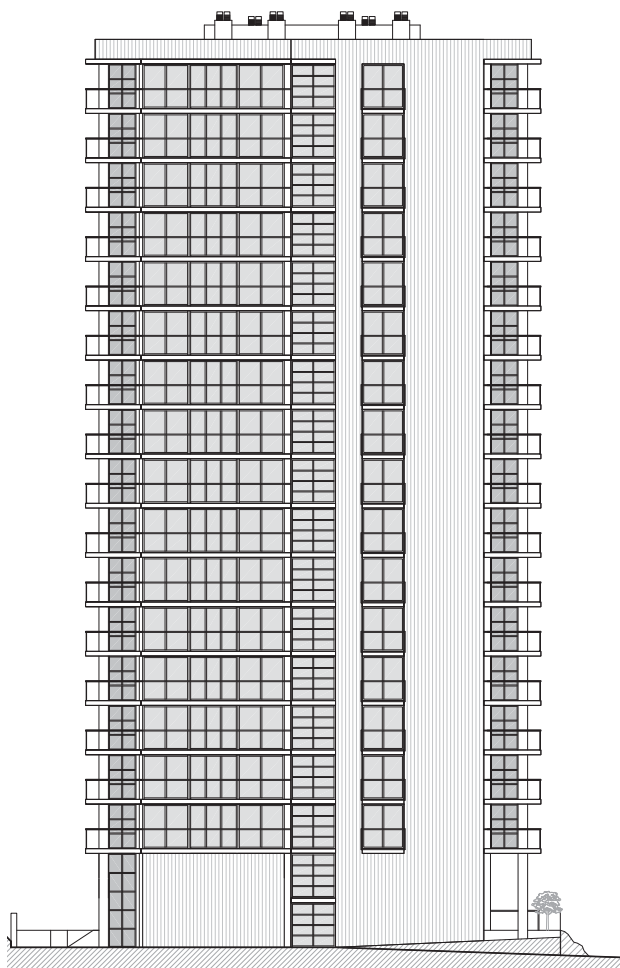
F02

F02: Elevación Oeste (intervención)





ELEVACIÓN NORTE - INT.



ELEVACIÓN OESTE - INT.

F03: Elevación Norte (intervención)

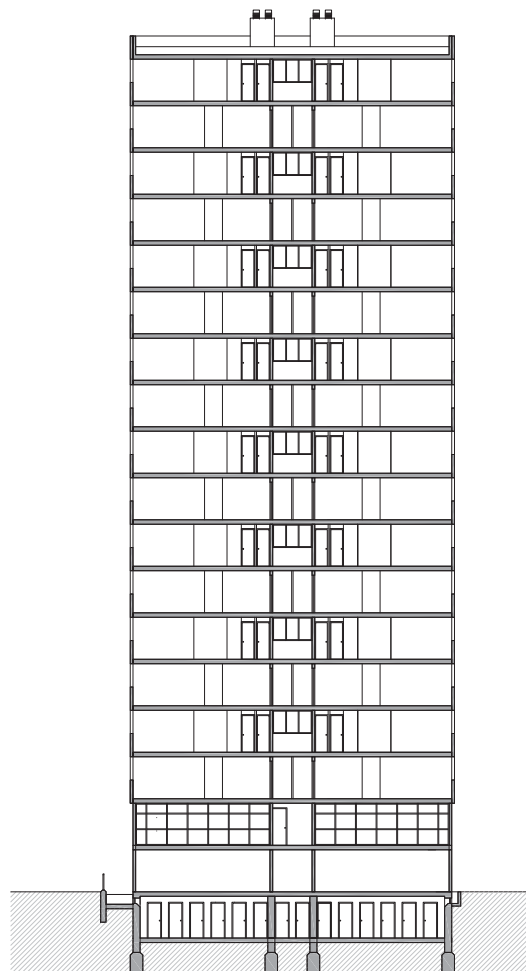
F04: Elevación Sur (intervención)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



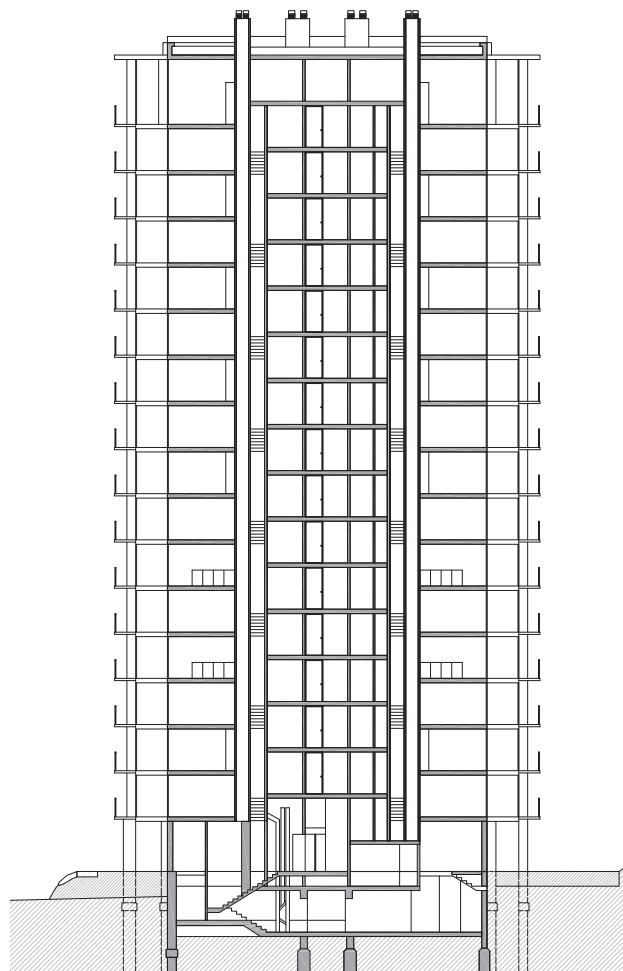
42: Torre Bois-le-Prêtre, año 1990.

43: Torre Bois-le-Prêtre, render del anteproyecto del año 2011.



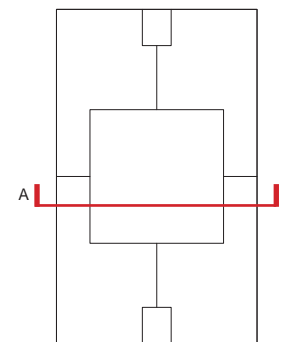
CORTE A-A - ORIGINAL

C01: Corte A - A (estado original)

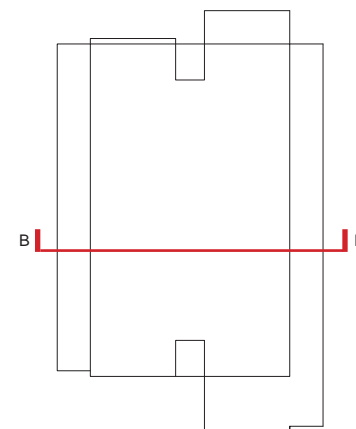


CORTE B-B - INTERVENCIÓN

C02: Corte B - B (intervención)



P09

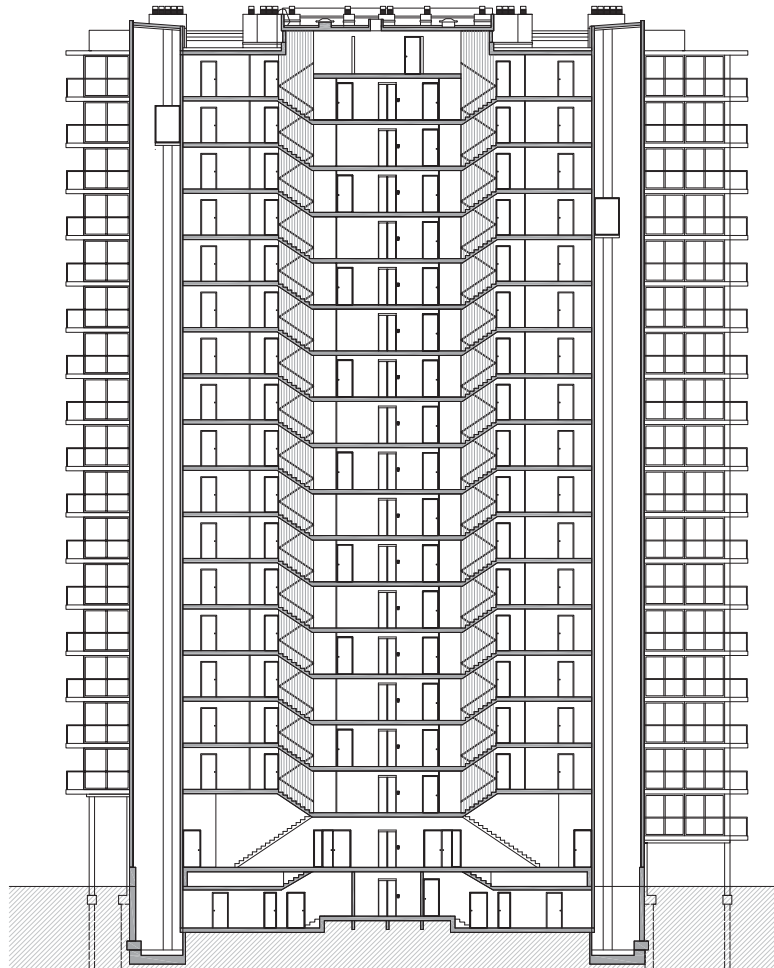


P10

P09: Ubicación Corte A - A (1990). Emplazamiento 1990.

P10: Ubicación Corte B - B (2011). Emplazamiento 2011.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

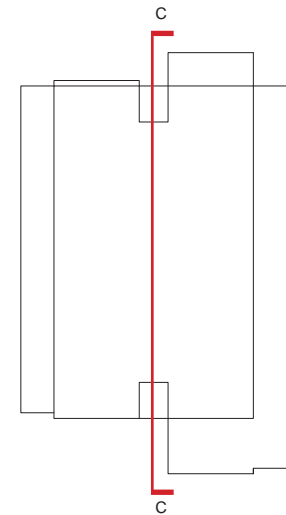


**CORTE C-C - INTERVENCIÓN**

0 1 5 **C03**

**C03:** Corte C - C (intervención)

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



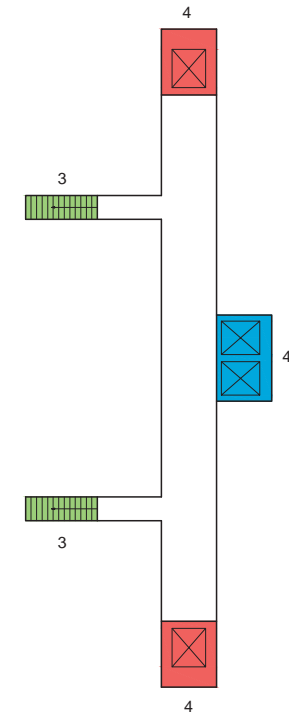
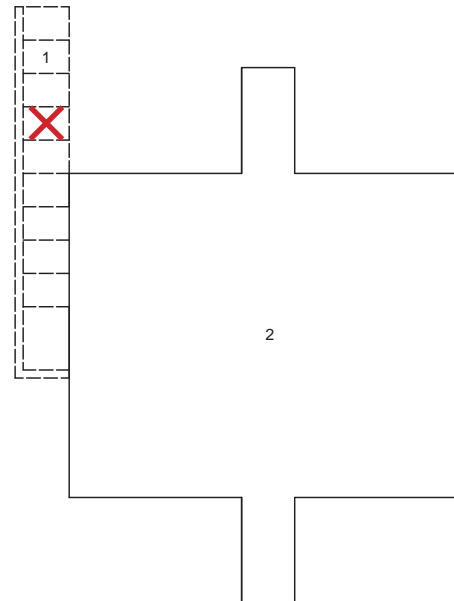
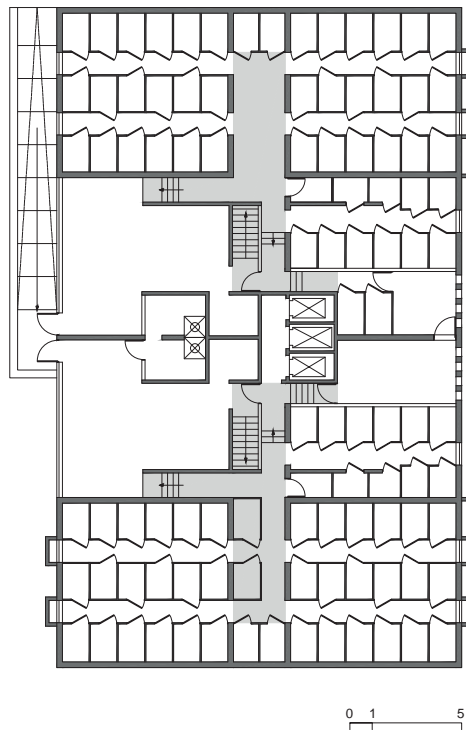
**P10**

**P10:** Ubicación Corte C - C (2011). Emplazamiento 2011.



#### 4.2.15. TRANSFORMACIÓN DE LA PLANTA DE SÓTANO

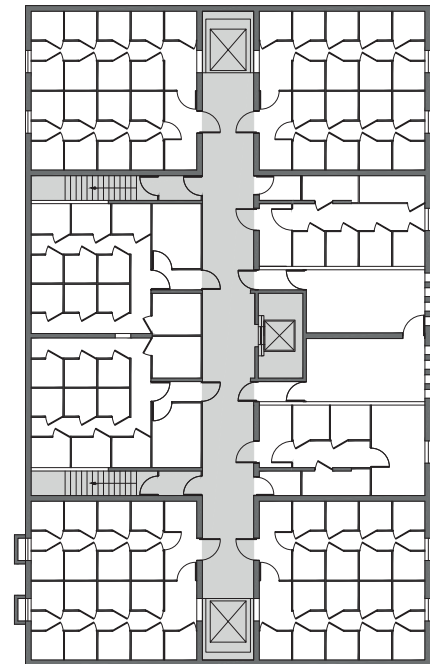
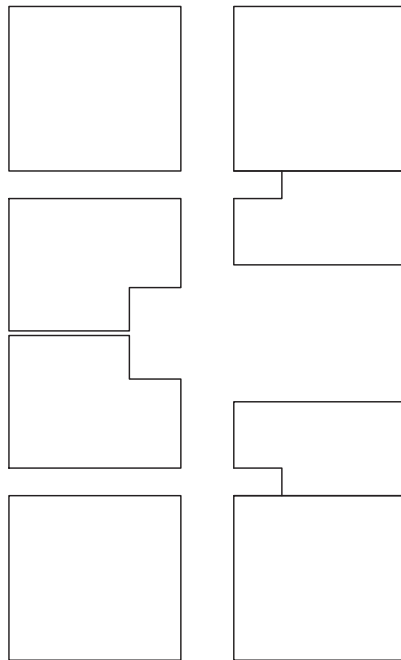
A continuación se describen gráficamente los criterios y proceso de transformación de la planta de sótano.



Planta de Sótano, 1990

1. Supresión de la rampa exterior de acceso.
2. Homogeneización de la cota de la planta sótano.

- Acceso a los bodegas desde el interior:
3. Modificación de las escaleras para poder acceder a los trasteros desde el vestíbulo.
  4. Acceso a los trasteros desde todos los ascensores.



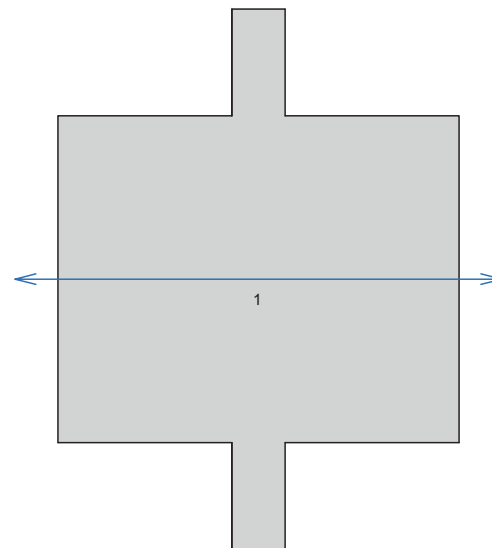
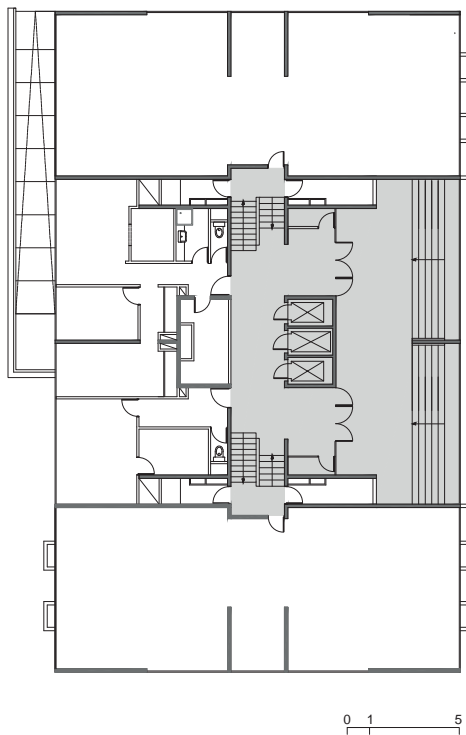
0 1 5



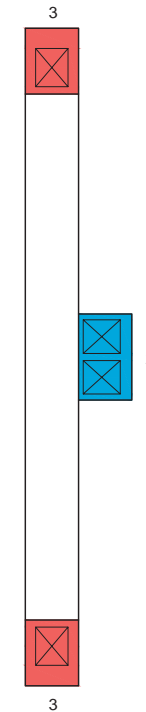


#### 4.2.16. TRANSFORMACIÓN DE LA PLANTA BAJA

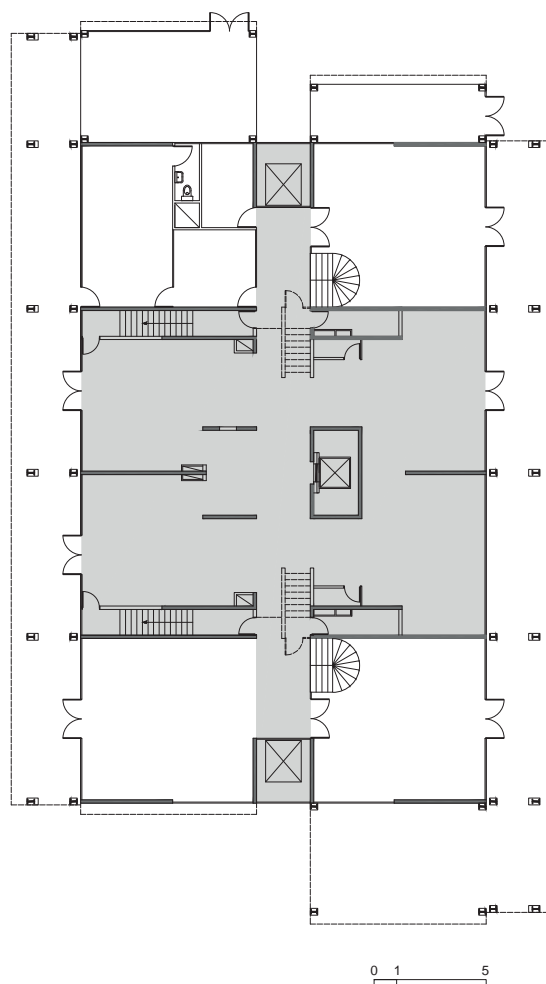
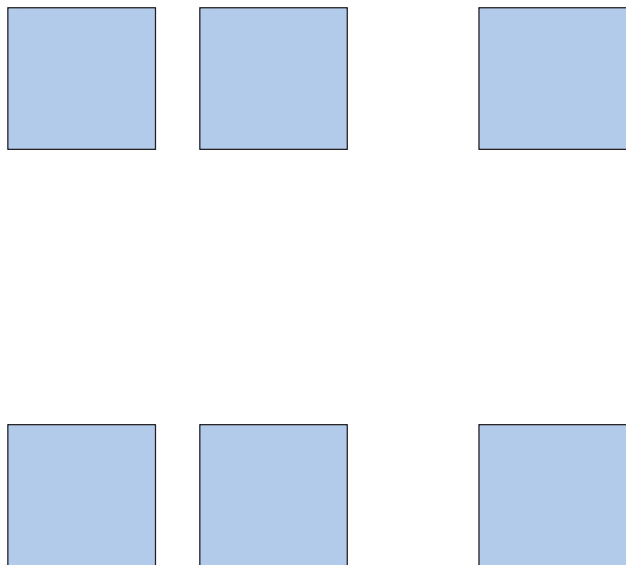
A continuación se describen gráficamente los criterios y proceso de transformación de la planta baja.



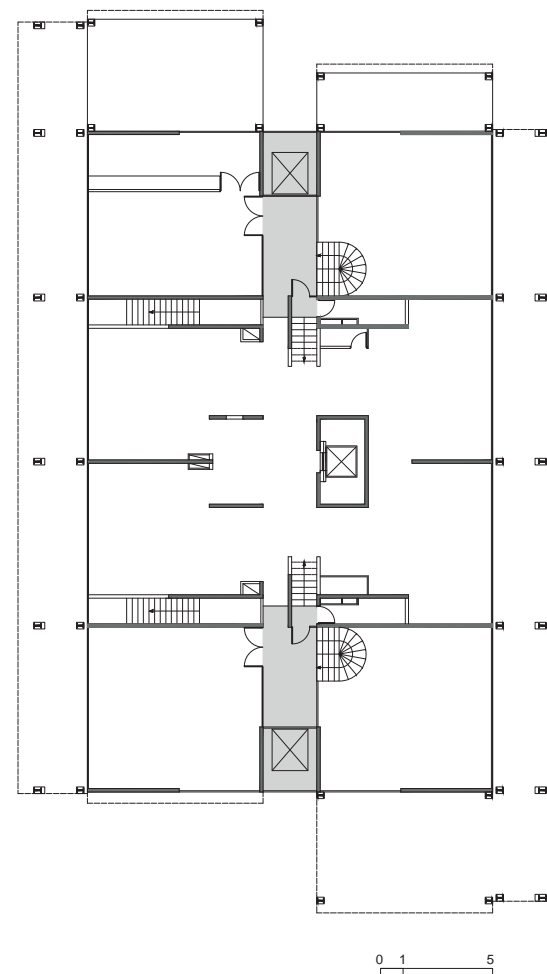
1. Configuración del vestíbulo
- Homogeneización de la cota interior y exterior.
  - Vestíbulo cruzado sobre el jardín.



- Acceso a los trasteros desde el interior:
2. Sustitución de tres ascensores por dos ascensores de mayor tamaño.
  3. Instalación de dos nuevos ascensores en las alas norte y sur.



Planta Baja, transformada



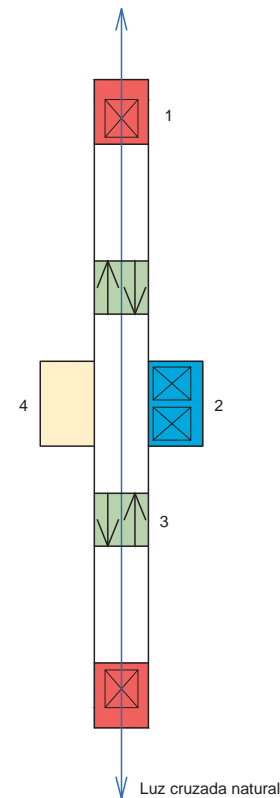
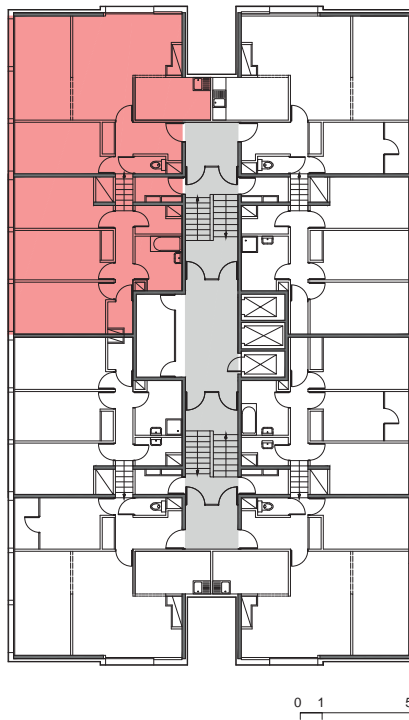
Planta de Entresuelo, transformada

4. Se disponen locales comunitarios en la planta baja y en el entresuelo.

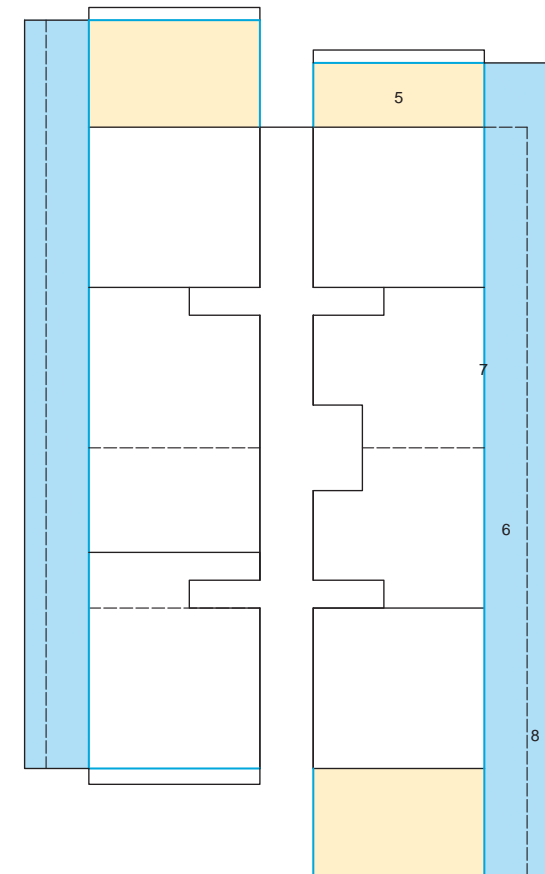


#### 4.2.17. TRANSFORMACIÓN DE LA PLANTA TIPO IMPAR

A continuación se describen gráficamente criterios y proceso de transformación de las plantas impares.

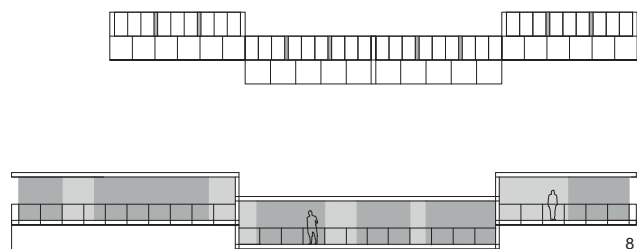


1. Instalación de dos ascensores nuevos.
2. Sustitución de tres ascensores por dos.
3. Formación de cerramientos de vidrio alrededor de la escalera.
4. Supresión de los conductos para basuras y adición de las superficies resultantes a los departamentos.



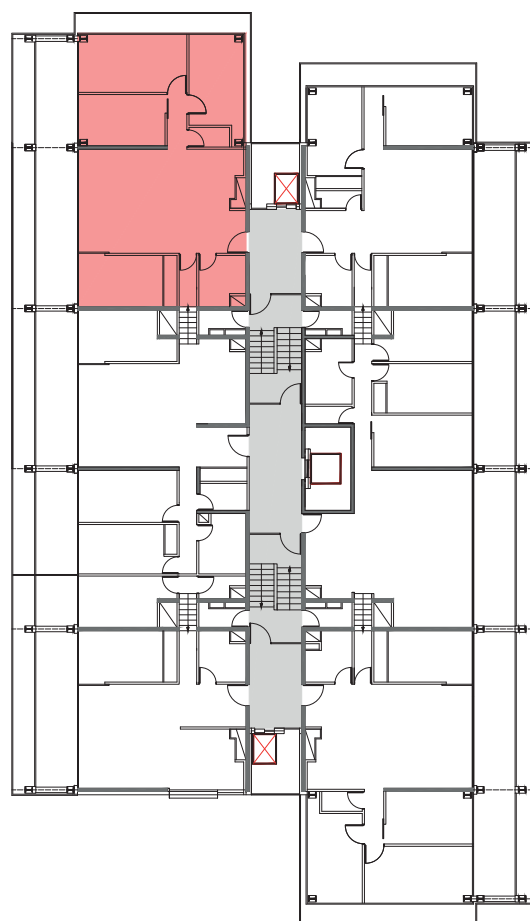
#### TRANSFORMACIÓN

5. Formación de prolongaciones vidriadas.
6. Formación de balcones laterales de 3m de profundidad.
7. Fachada: sustitución de las carpinterías por fachadas vidriadas de forjado a forjado y cortina de protección térmica y visual.



8. Formación de un cerramiento móvil a 2 m. de la fachada existente que permite: cerrar el balcón, confort térmico, intimidad, jardines de invierno, ampliación del interior.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



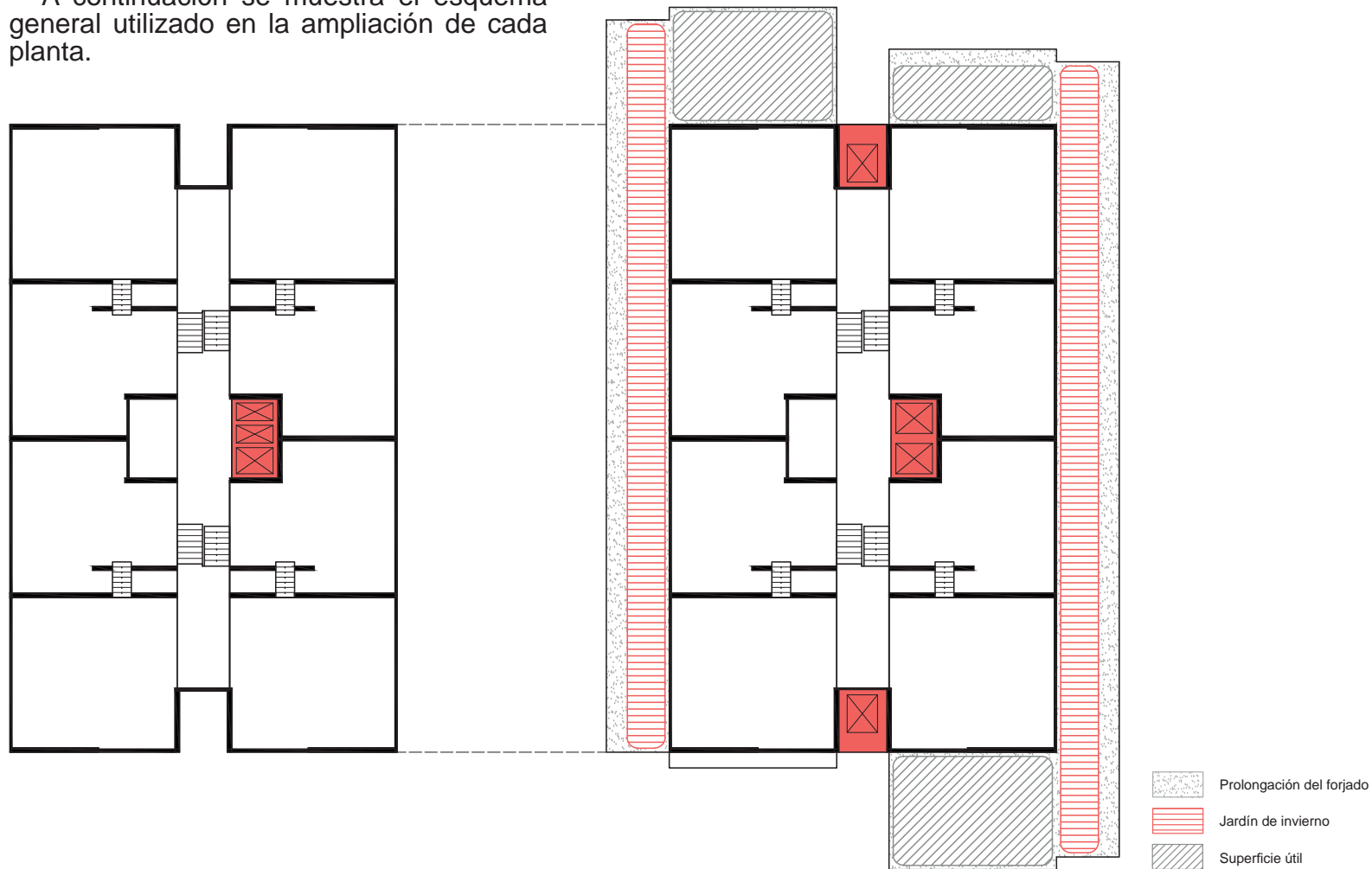
Planta Viviendas, Números Impares. Transformada  
Modificación de las viviendas:

- Prolongaciones
- Reconfiguración de los tipos
- Creación de nuevos tipos

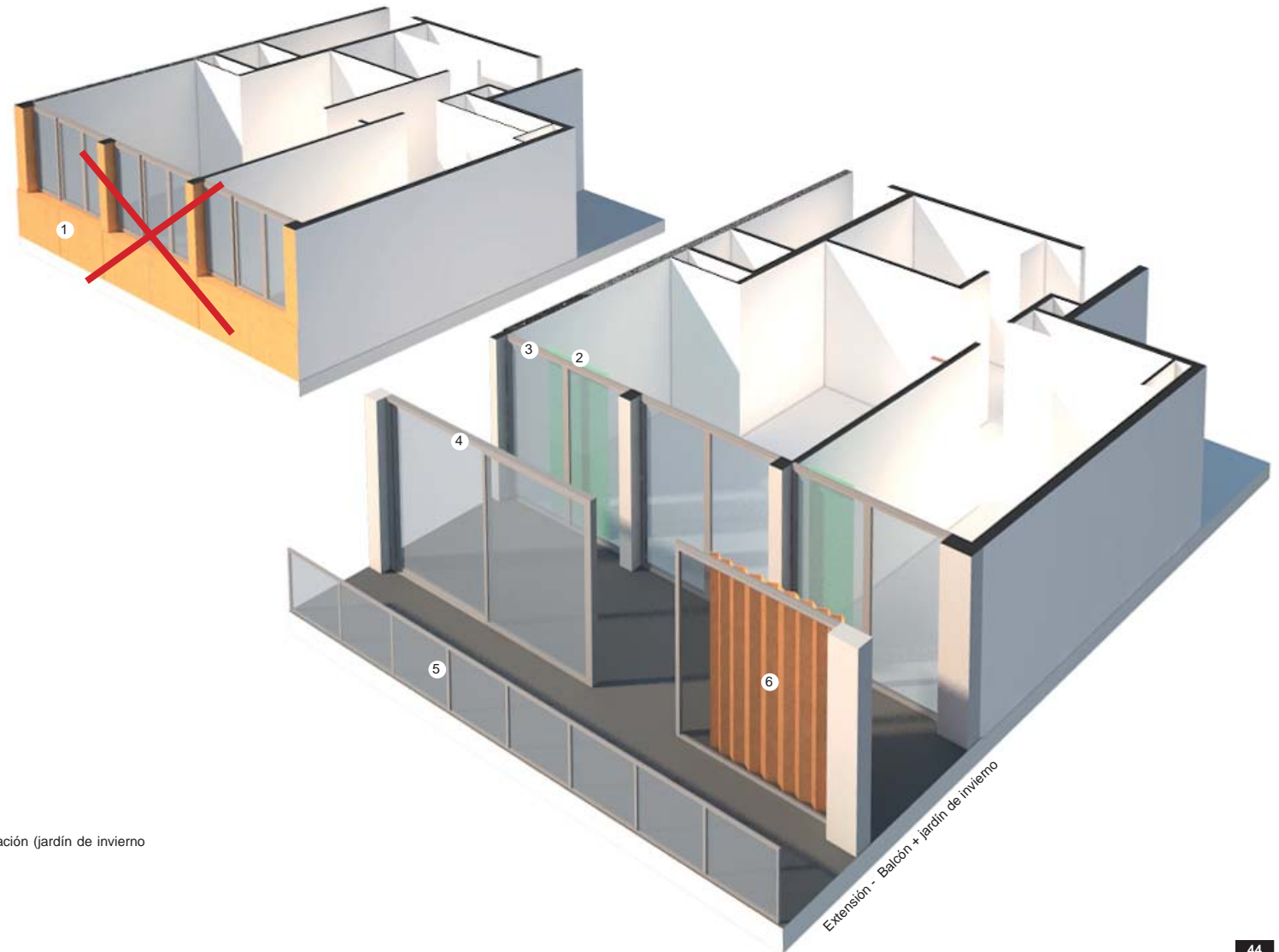


#### 4.2.18. PRIMER DESARROLLO DEL JARDÍN DE INVIERNO Y BALCÓN

A continuación se muestra el esquema general utilizado en la ampliación de cada planta.







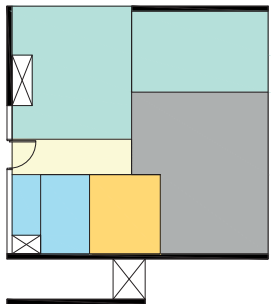
44: Estado actual, vivienda T2 (arriba). Vivienda T2 + prolongación (jardín de invierno + balcón) (abajo)

1. Fachada existente
2. Cortina térmica interior
3. Carpintería vidriada corredera
4. Divisoria ligera traslúcida
5. Barandilla
6. Cortina solar

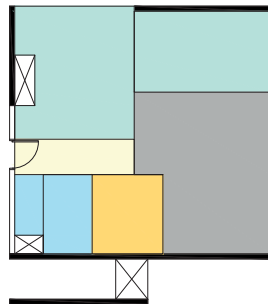


#### 4.2.19. PRINCIPIO DE DESARROLLO

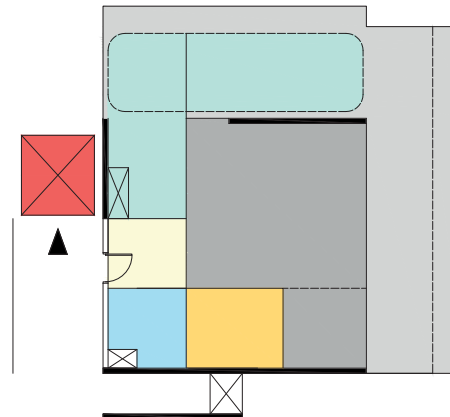
A continuación se muestra el esquema de desarrollo para el departamento tipo T3.



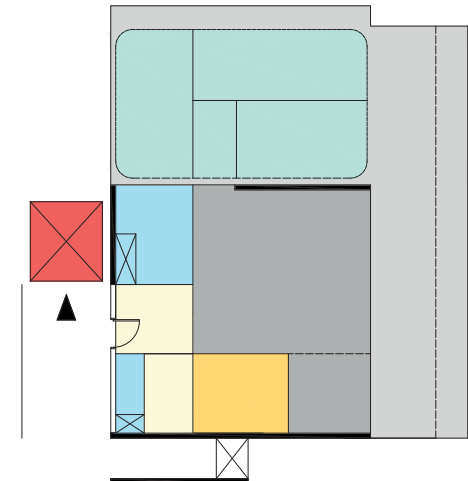
T3 actual



T3 pequeño o T2  
sin prolongación



T3 nuevo  
+ 1 tramo

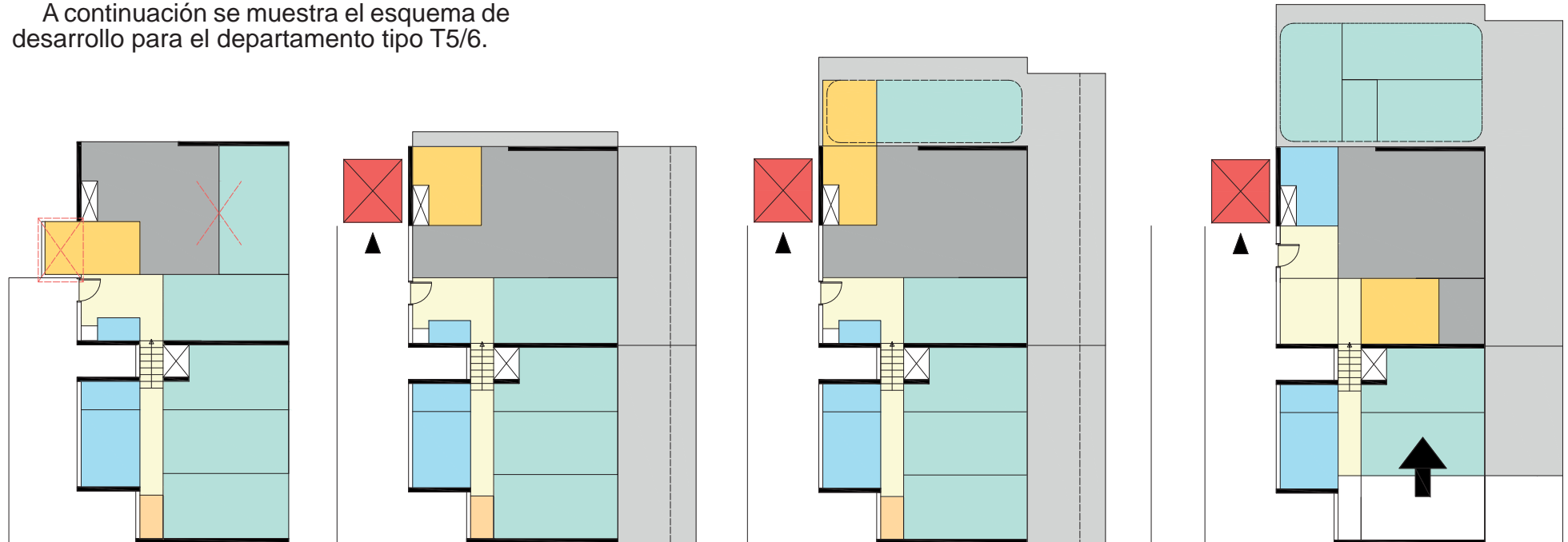


T4 nuevo  
+ 2 tramos

Dormitorio
  Estar
  Cocina
  Cuarto de baño

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

A continuación se muestra el esquema de desarrollo para el departamento tipo T5/6.



T5/6 actual

T5 nuevo  
sin prolongación

T6 nuevo  
+ 1 tramo

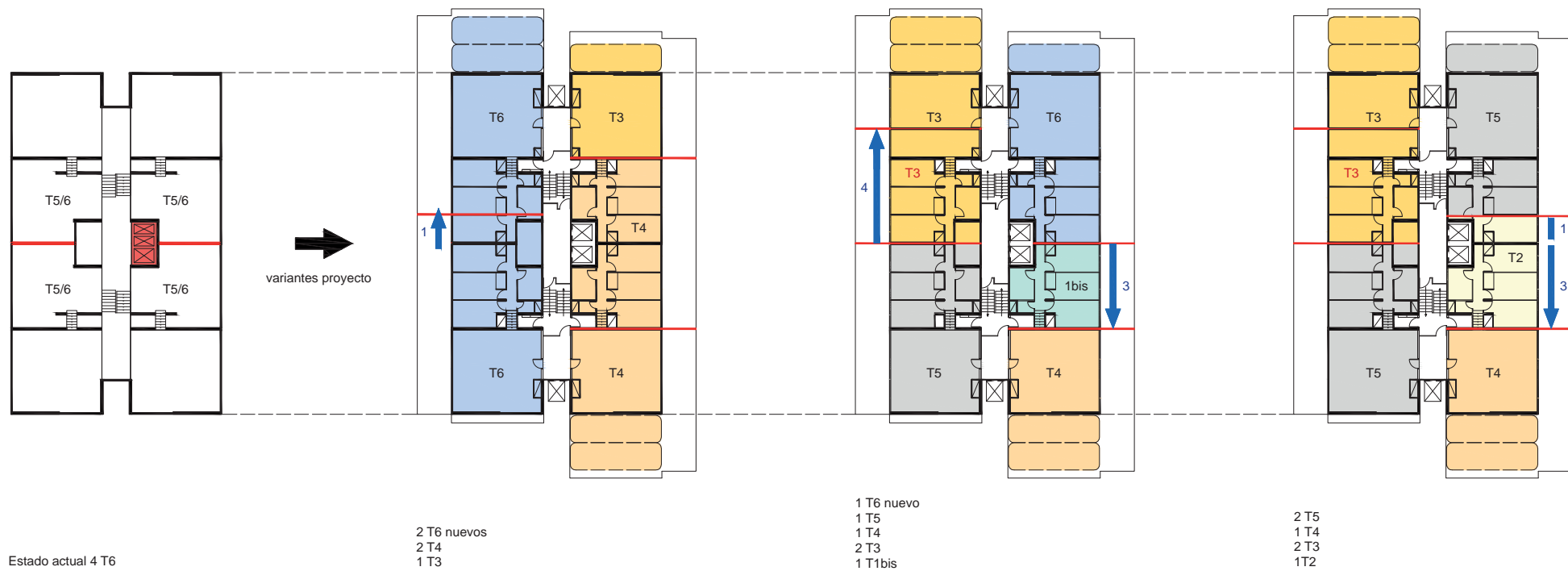
+ 2 tramos  
+ 1 tramo

Dormitorio
  Estar
  Cocina
  Cuarto de baño



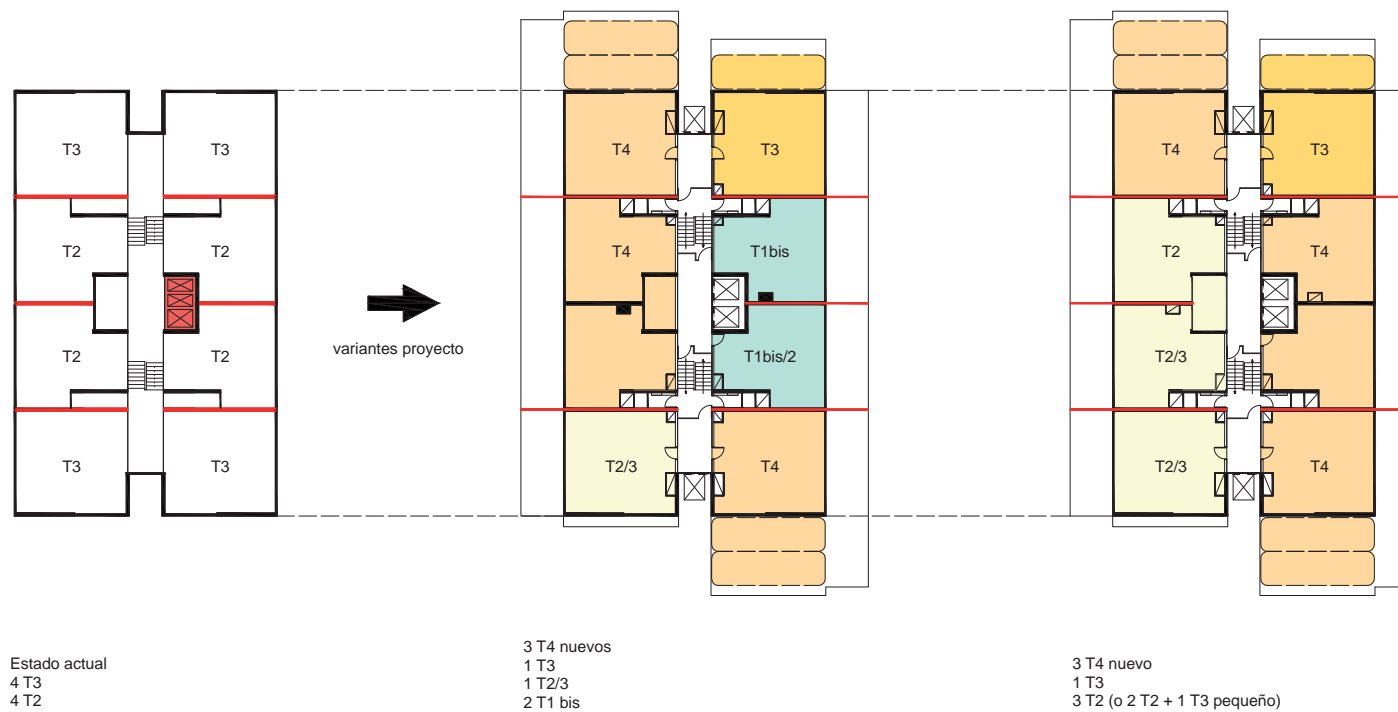
#### 4.2.20. TRANSFORMACIÓN DE LAS PLANTAS IMPARES

A continuación se muestra el esquema del proceso de transformación de las plantas impares.



#### 4.2.21. TRANSFORMACIÓN DE LAS PLANTAS PARES

A continuación se muestra el esquema del proceso de transformación de las plantas pares.

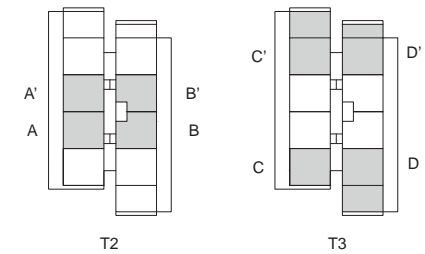
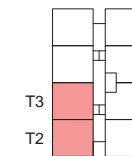
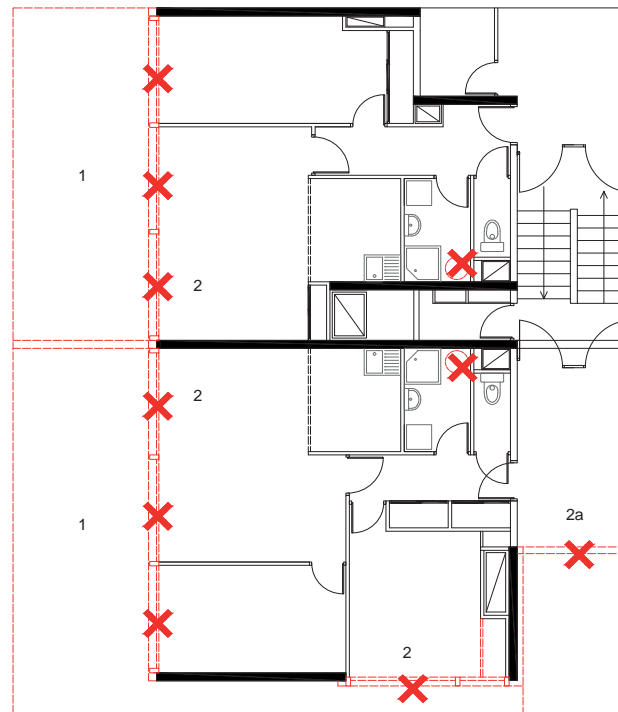
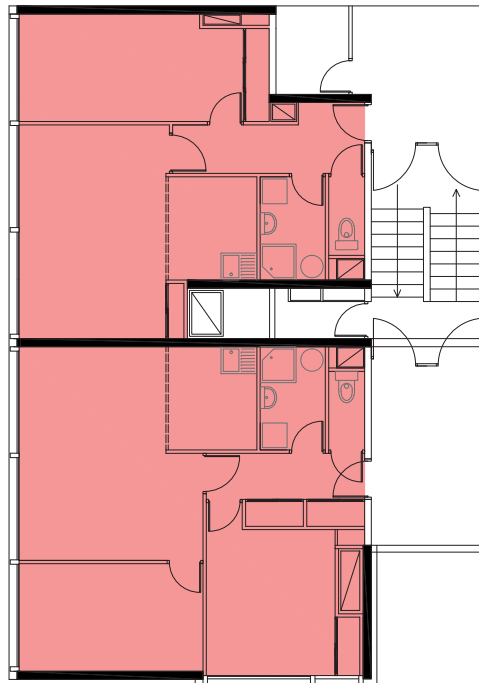






## 4.2.22. PLANTAS DE LAS VIVIENDAS

Tipología T2: antes y después



### ESTADO ACTUAL

Tipología T2: lado oeste  
Superficie útil: 44,60 m<sup>2</sup>.  
Estar: 16,50 m<sup>2</sup>.

Tipología T3: lado oeste  
Superficie útil: 53,54 m<sup>2</sup>.  
Estar: 17,93 m<sup>2</sup>.

1. Prolongación del forjado.  
Formación de un jardín de invierno + balcón.
- 1a. Prolongación del forjado.  
Adición de un tramo de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.
- 1b. Prolongación del forjado.  
Adición de dos tramos de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.

2. Extracción de fachada
- 2a. Extracción de fachada para la instalación de un nuevo ascensor.

3. Extracción de divisorias.

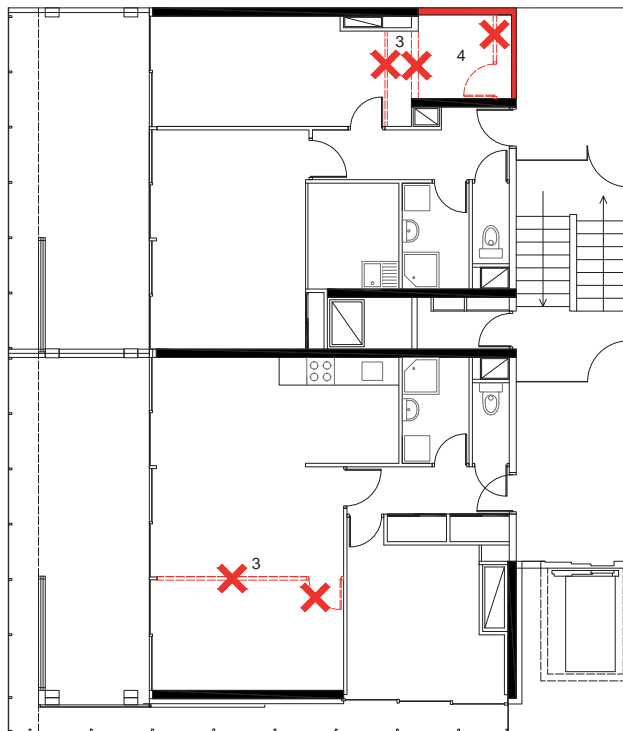
4. Recuperación del local técnico en el rellano (T2 oeste)

5. Adición de divisorias.

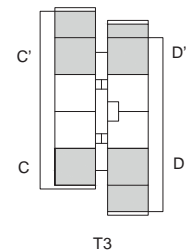
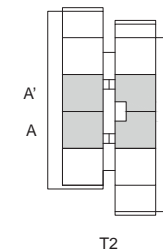
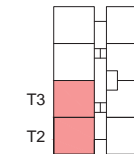
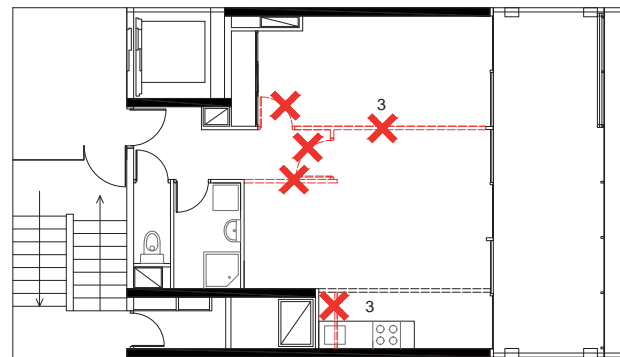
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

Tipología T3: antes y después

Operación de partida

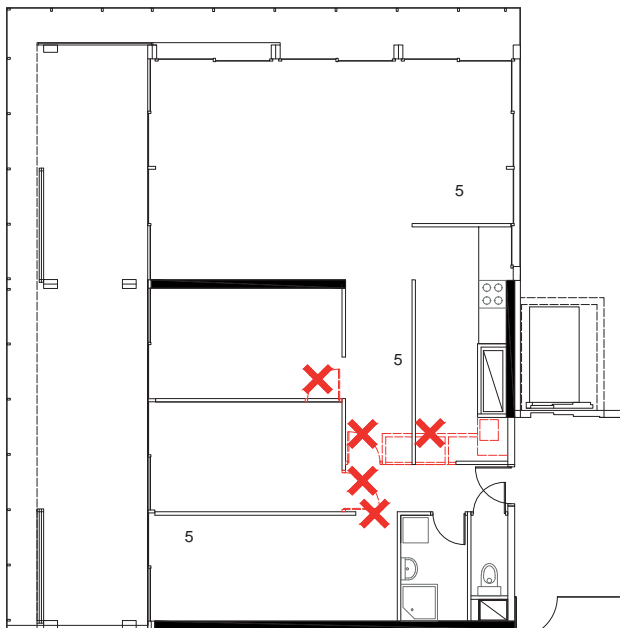
**A PROPUESTA - DESARROLLO LADO OESTE**Tipología T2 con prolongación de 4 m<sup>2</sup> se mantiene como T2**B PROPUESTA - DESARROLLO LADO OESTE**

Tipología T2 sin prolongación se transforma en T1bis

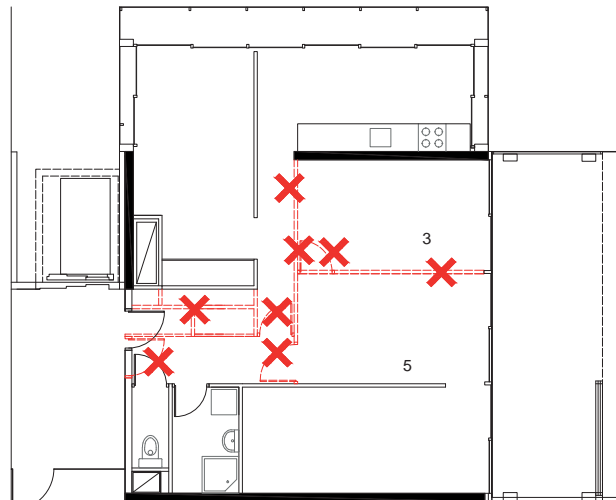
**C PROPUESTA**

Tipología T2 sin prolongación se transforma en T2

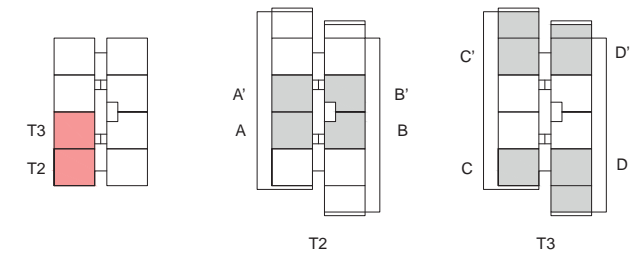
1. Prolongación del forjado.  
Formación de un jardín de invierno + balcón.  
1a. Prolongación del forjado  
Adición de un tramo de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.  
1b. Prolongación del forjado  
Adición de dos tramos de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón
2. Extracción de fachada.  
2a. Extracción de fachada para la instalación de un nuevo ascensor.
3. Extracción de divisorias.
4. Recuperación del local técnico en el rellano (T2 oeste).
5. Adición de divisorias.

**C' PROPUESTA (IDEM D)**

Tipología T2 con prolongación de 36 m<sup>2</sup> se transforma en una nueva Tipología T4

**D' PROPUESTA**

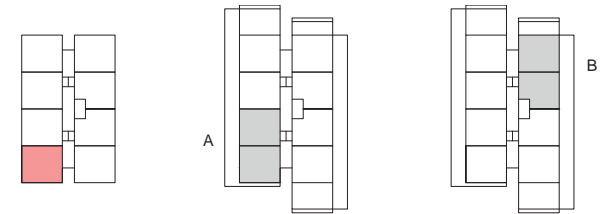
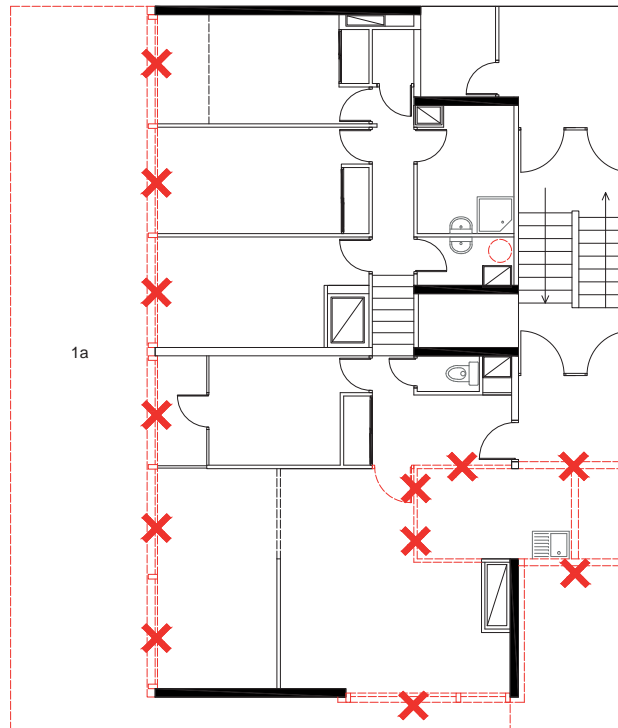
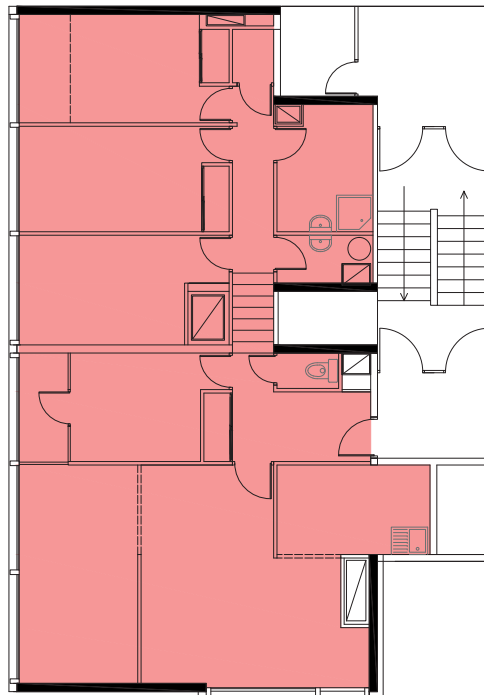
Tipología T2 con prolongación de 18 m<sup>2</sup> se transforma en una nueva Tipología T3



1. Prolongación del forjado.  
Formación de un jardín de invierno + balcón.  
1a. Prolongación del forjado  
Adición de un tramo de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.  
1b. Prolongación del forjado  
Adición de dos tramos de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón
2. Extracción de fachada.  
2a. Extracción de fachada para la instalación de un nuevo ascensor.
3. Extracción de divisorias.
4. Recuperación del local técnico en el rellano (T2 oeste).
5. Adición de divisorias.

Tipología T6: antes y después  
Estado actual

Operación de partida

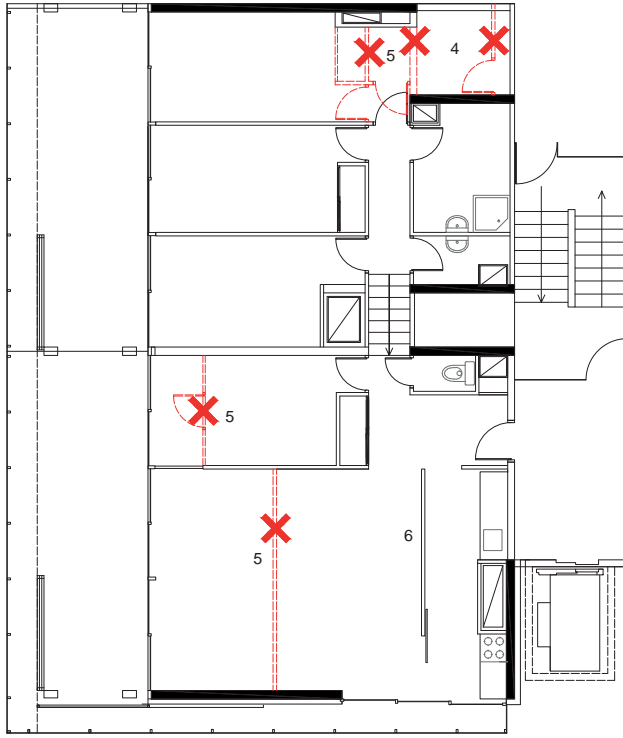


- 1a.** Prolongación del forjado.  
Formación de un jardín de invierno + balcón.  
**1b.** Prolongación del forjado.  
Adición de un tramo de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.  
**1c.** Prolongación del forjado  
Adición de dos tramos de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.

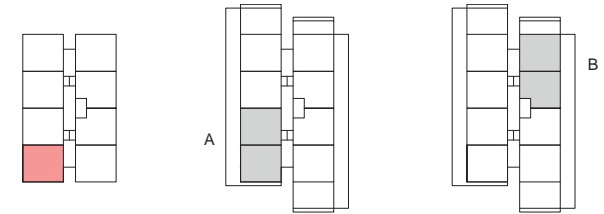
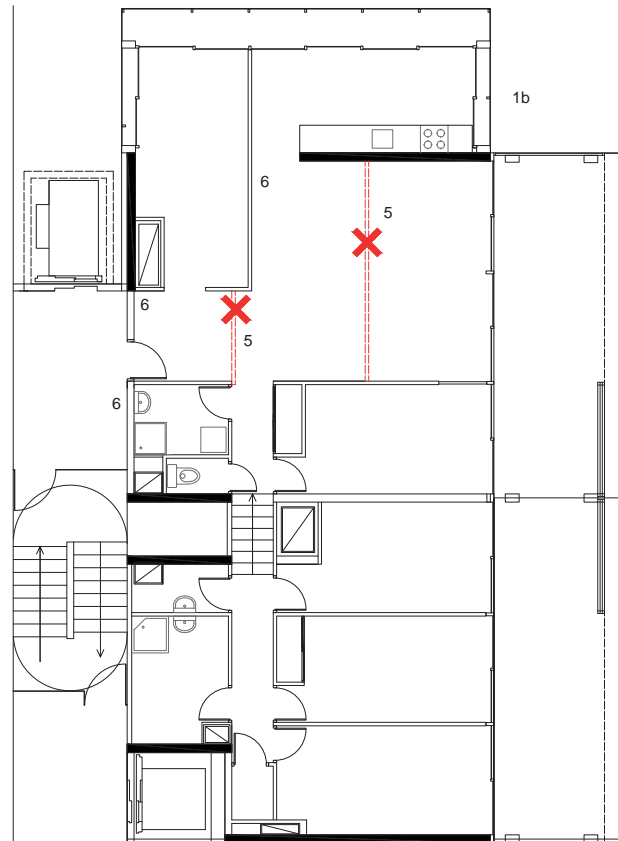
- 2.** Extracción de fachada.  
**3.** Extracción de divisorias para la instalación de un nuevo ascensor.  
**4.** Recuperación del local técnico en el rellano.  
**5.** Extracción de divisorias.  
**6.** Adición de divisorias.

**A PROPUESTA**

Tipología T6 sin prolongación se transforma en Tipología T5

**B PROPUESTA**

Tipología T6 con prolongación de 18 m<sup>2</sup> se transforma en una nueva Tipología T6



- 1a.** Prolongación del forjado.  
Formación de un jardín de invierno + balcón.  
**1b.** Prolongación del forjado.  
Adición de un tramo de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.  
**1c.** Prolongación del forjado  
Adición de dos tramos de 18 m<sup>2</sup> a la vivienda + balcón.

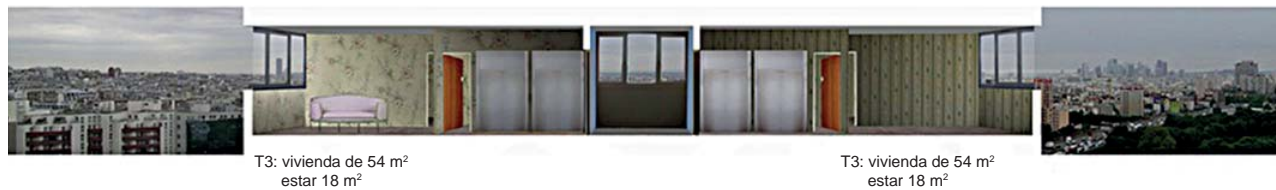
- 2.** Extracción de fachada.  
**3.** Extracción de divisorias para la instalación de un nuevo ascensor.  
**4.** Recuperación del local técnico en el rellano.  
**5.** Extracción de divisorias.  
**6.** Adición de divisorias.



### 4.2.23. AMPLIACIÓN

Esquema gráfico del proceso de ampliación de una planta, departamento tipo T3.

#### ESTADO ACTUAL



#### TRANSFORMACIÓN



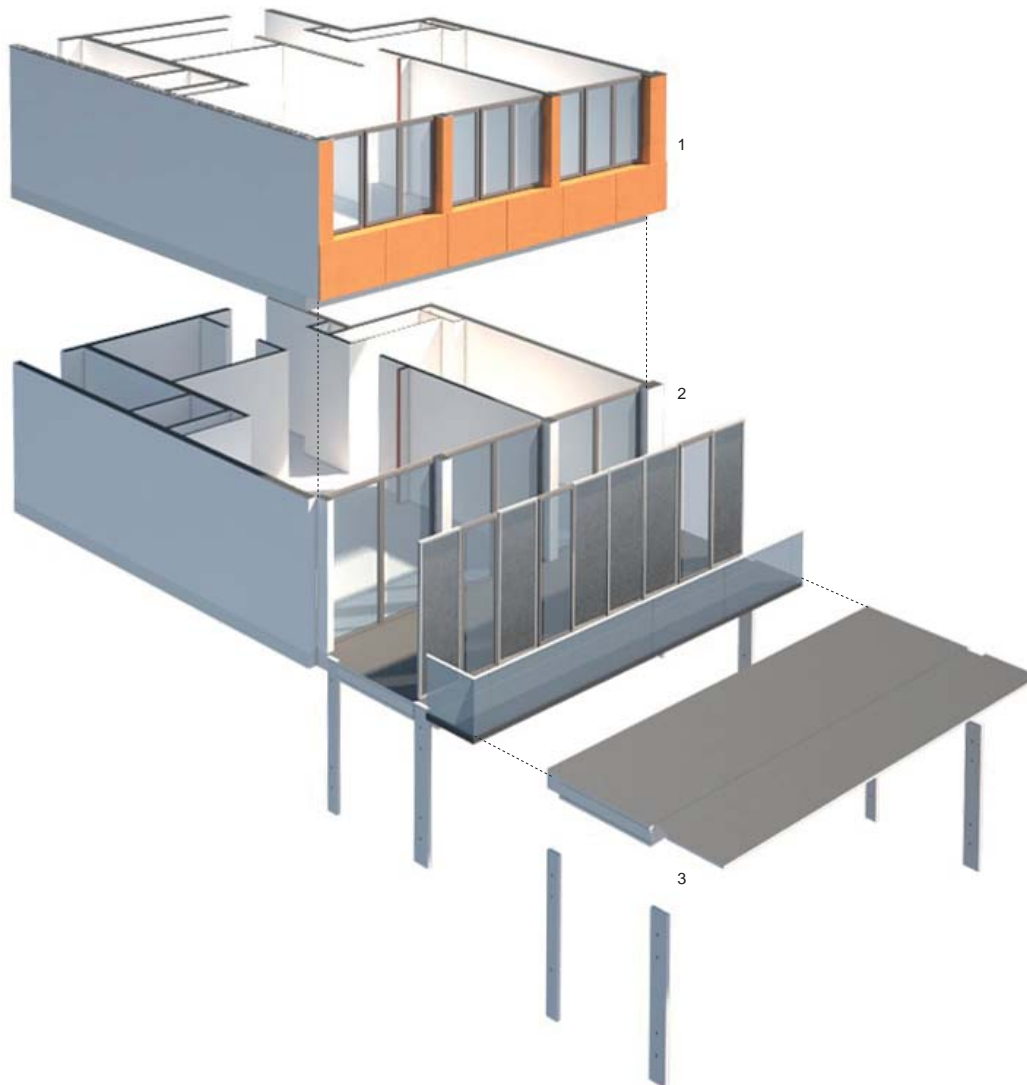
#### PROYECTO



45: Esquema del proceso de la adición del módulo prefabricado.



46, 47, 48: Proceso de transformación de la fachada de la torre. Apertura, acristalamiento y adición del módulo.



**49:** La intervención parte de la unidad de vivienda con el objeto de devolverle aire e iluminación natural, y proporcionarle una superficie habitable más generosa sin modificar la organización estructural original. Se basa en la incorporación de una galería acristalada de 3 m. de anchura, por delante de la fachada existente. Estas extensiones están constituidas por la repetición de módulos prefabricados y ligeros que permiten un fácil y rápido ensamblaje, condición indispensable para que los arrendatarios continúen habitando sus viviendas durante las obras.

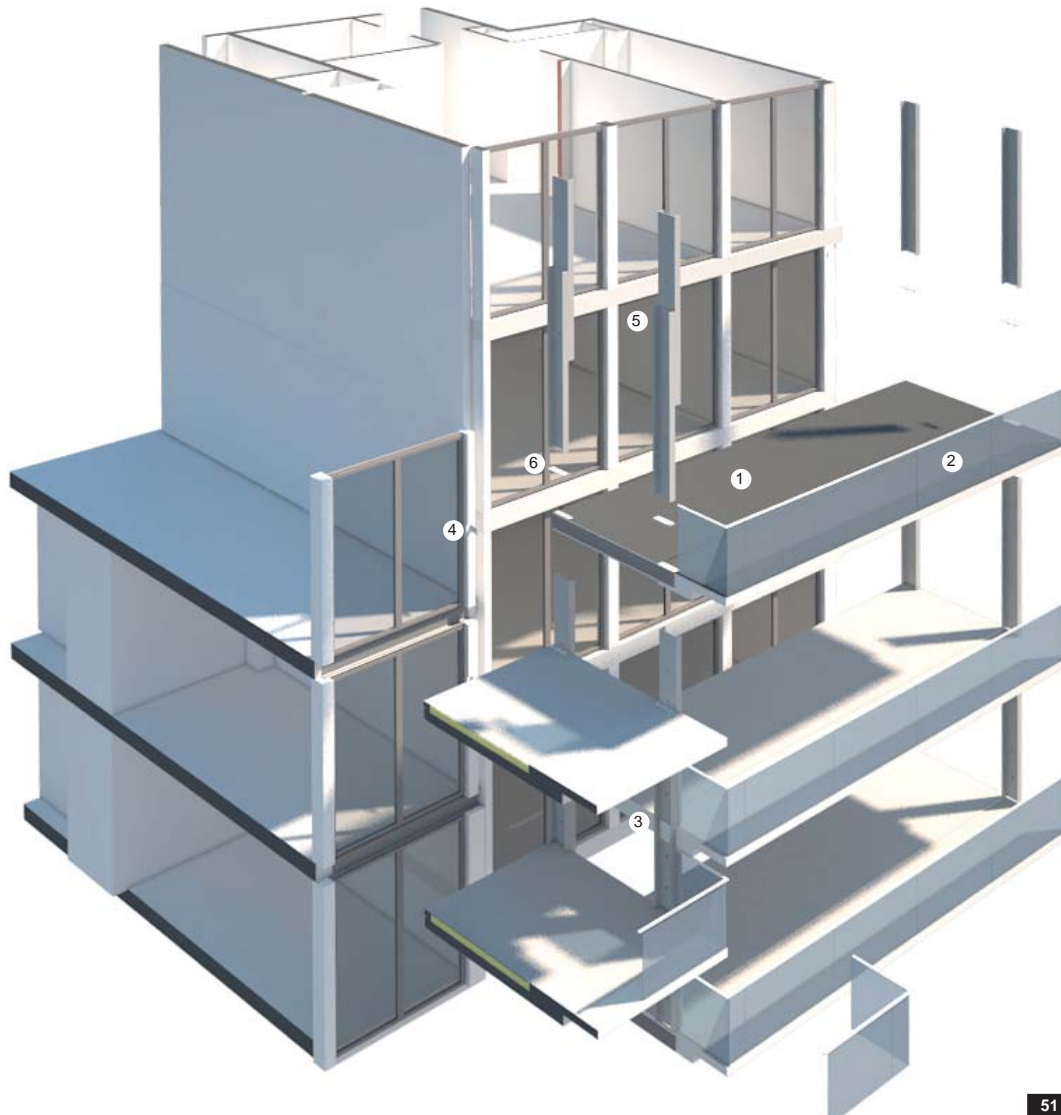
1. Vivienda existente.
2. Demolición de la fachada original y sustitución por una nueva fachada acristalada.
3. Adición desde el exterior de la nueva estructura del módulo y construcción del cierre del jardín de invierno.



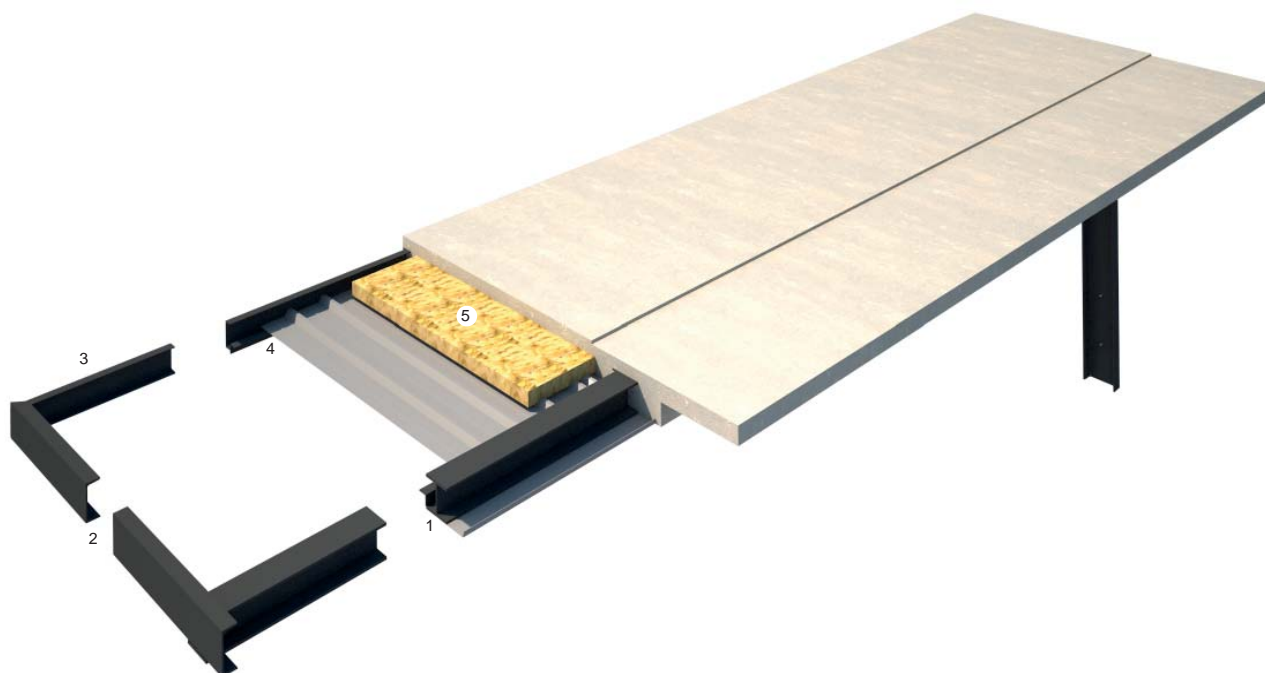
**50:** La estructura original del edificio, en tanto que libera a las fachadas de la función estructural, ofrece un gran potencial para la transformación de la envolvente del edificio.

La actuación comprende una primera fase, que se desarrolla desde arriba hacia abajo, consistente en el desmontaje de la fachada original **(1)**, fruto de la rehabilitación sufrida por el edificio a comienzos de la década de los noventa, y su sustitución por un nuevo cerramiento acristalado de suelo a techo **(2)**, formado por paneles de vidrio deslizantes sobre marcos de aluminio.

La segunda fase consiste en la construcción por delante de la fachada de una estructura autónoma e independiente formada por la adición de módulos prefabricados, que constituyen una extensión horizontal de la superficie de las viviendas **(3)**. Cada uno de estos módulos se compon de cuatro pilares de acero **(4)** que soportan una plataforma de hormigón y vigas de acero **(5)**. La plataforma cuenta con una barandilla de protección de vidrio en el borde **(6)** y un cierre intermedio de paneles deslizantes de vidrio y policarbonato **(7)**.



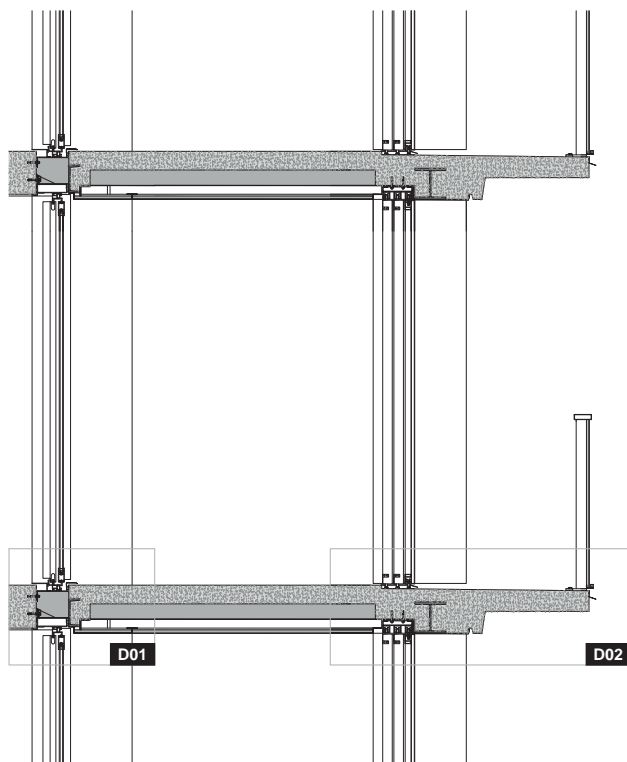
**51:** Axonometría de los elementos de estructura portante de los módulos y relación con la estructura del edificio existente. Los módulos prefabricados, de 7, 50 m. de longitud (la totalidad del frente de fachada por vivienda), están formados por una losa de estructura mixta de hormigón y vigas de acero (1) que se construye en el taller, y a la que se añade otra con una barandilla ligera con vidrio (2). Los módulos se izan con grúa y se apoyan en cuatro pilares metálicos (3), previamente fijados a los muros transversales de hormigón que constituyen la estructura original de la torre (4), mediante unas cartelas puntuales de acero. Una vez montada la losa, se ensamblan sobre ella otros cuatro pilares de acero, alineados verticalmente con los pilares del nivel inferior y contrapeados en altura con los contiguos (5), debido a la diferencia de medios niveles de la fachada, interponiendo unas placas de acero de anclaje y nivelación (6). El volumen añadido a la fachada es por tanto una estructura autónoma, con su propia cimentación, y solo va unida puntualmente a la estructura original de la torre para evitar el vuelco.



52: Composición de la plataforma prefabricada de hormigón

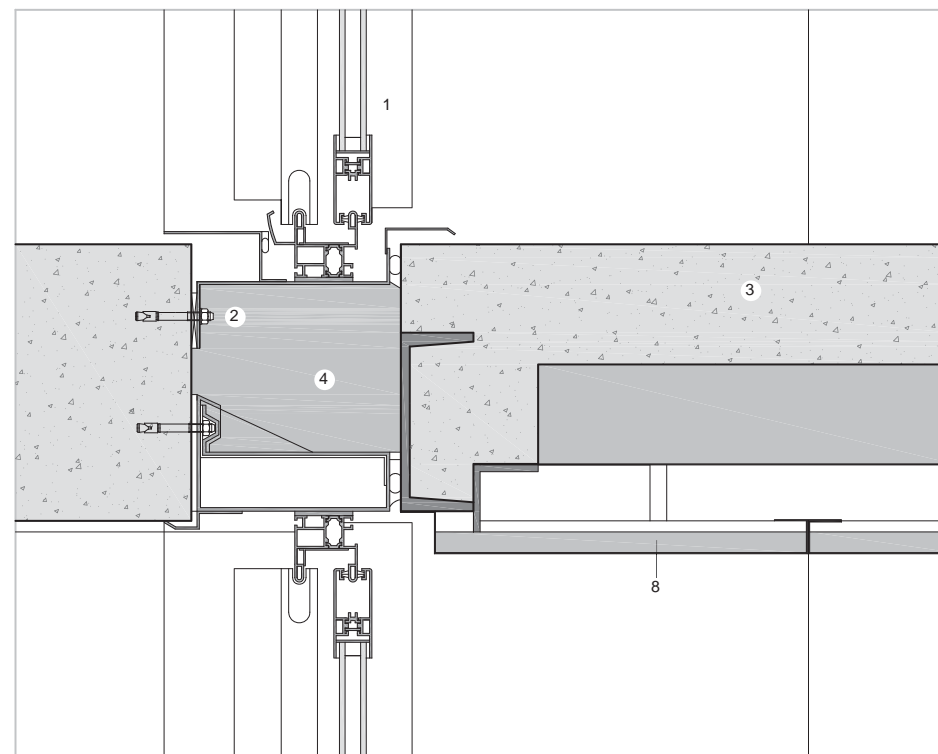
1. Perfil HEB 180 longitudinal y chapa de remate.
2. Perfiles UPN 200 transversales.
3. Perfil UPN 160 longitudinal.
4. Chapa grecada de acero, apoyada sobre perfiles longitudinales L60.6.
5. Aislamiento de lana de roca  $e = 90$  mm.



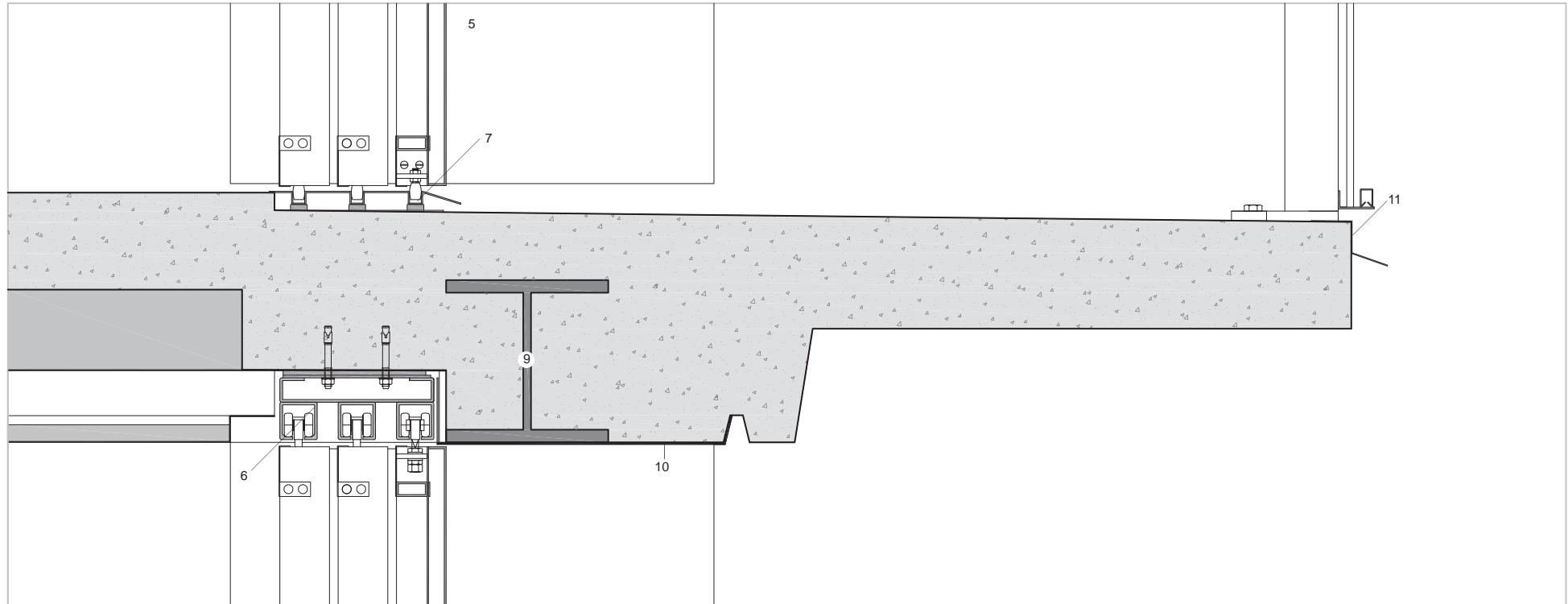


S01

S01: Sección constructiva vertical del módulo prefabricado (sin escala).



D01



**D02**

**D01, D02:** Los paneles de vidrio deslizantes del cerramiento interior de fachada (1) apoyan en unos angulares fijados al canto del forjado (2), sin existir contacto con la plataforma de hormigón (3). El espacio de separación entre el forjado existente y plataforma se rellena con lana de roca (4) para evitar el puente térmico. Las uniones de esta cámara están selladas con juntas estancas al fuego.

El jardín de invierno se cierra con paneles de vidrio y policarbonato (5) que deslizan en las dos direcciones sobre tres guías superiores (6) e inferiores (7), pudiendo agruparse en cualquiera de los dos extremos. La separación vertical con la vivienda contigua y el revestimiento del falso techo (8) se realizan mediante paneles de aluminio con aislamiento interior de lana de vidrio.

Los soportes verticales de estructura de la plataforma están formados por perfiles UPN 350 y UPE 240. Entre estos últimos se sitúa la placa de anclaje que une la nueva estructura de los módulos a la estructura original del edificio de muros de carga de hormigón. Sobre los pilares se aplica un recubrimiento de protección frente al fuego de  $e = 2$  cm, revistiéndose finalmente de chapa plegada de aluminio.

Fijada al perfil longitudinal HEB 180 de estructura de la plataforma (9), una chapa metálica hace de remate de revestimiento (10) formando goterón. La parte baja de la barandilla se eleva evitando el contacto con el suelo, y una chapa plegada (11) se encarga de evacuar el agua de lluvia (sin escala).



#### 4.2.24. TABLAS DE RESUMEN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

A continuación se muestran dos tablas de resumen del proceso de transformación de la torre, la primera de ellas (*tabla T01*), indica las diferentes tipologías de viviendas existentes antes de la intervención y las nuevas como resultado del proyecto. La segunda tabla (*tabla T02*), describe brevemente las obras realizadas y el presupuesto que fue necesario para llevar a cabo el proyecto.

Tipología actual	Estado Actual	Proyecto	Nuevas tipologías	Después
T2 lado este	36		T2 pequeño (eliminando una divisoria)	14 T1
T2 lado oeste		Recuperación del local del rellano	T2	25 T2
T3	28	Sin prolongación	T3 pequeño T2 grande (eliminando una divisoria)	18 T3
		T3 + 1 tramo (18 m <sup>2</sup> )	T3	
		T3 + 2 tramos (2 x 18 m <sup>2</sup> )	T4	30 T4
T5/6	32 (T6)	- 3 m <sup>2</sup> (cocina sin prolongación)	T6 pequeño o T5 (eliminando una divisoria)	04 T5
		- 3 m <sup>2</sup> (cocina) + 1 tramo (18 m <sup>2</sup> )	T6	13 T6
Total	96			104

T01

Estado actual		
Número de viviendas antes de la intervención 1 torre de PB +15 PP	96	
Superficie de forjado por planta	515 m <sup>2</sup>	
Superficie de forjado (sin contar las plantas bajo rasante ni las cubiertas)	9334 m <sup>2</sup>	
Descripción de las obras		Proyecto
Viviendas derribadas	0	
Viviendas modificadas y ampliadas por agrupación o prolongación	96	
Viviendas nuevas	8	
Viviendas conservadas sin intervención	0	
Superficie de forjado por planta tras la prolongación	868 m <sup>2</sup>	+ 60 %
Superficie de forjado total (sin contar las plantas bajo rasante ni las cubiertas)	15107 m <sup>2</sup>	Incluidos los jardines de invierno
Espacios verdes	Si	Jardín privado
Aparcamiento	Si	Parking privado interior
Espacios de servicios y usos comunitarios	Si	Planta baja y entresuelo
Balance		Número de viviendas Costo por vivienda en Euros, Impuestos no incluidos
Viviendas afectadas	104	
Presupuesto de las obras		9'000.000 Euros

T02

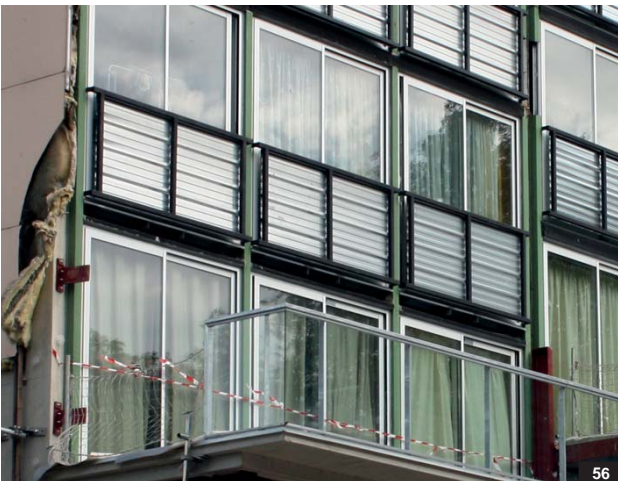
T01: Tabla de resumen de las nuevas tipologías.

T02: Tabla de descripción y presupuesto de las obras realizadas.



53: Proceso de colocación de los módulos prefabricados.  
54: Proceso de transformación de la torre durante la colocación de los módulos prefabricados.





55, 56, 57, 58: Imágenes del proceso de transformación de la torre durante la colocación de los módulos prefabricados.





59, 60, 61, 62, 63, 64: Imágenes de la torre después de la intervención, el módulo prefabricado como característica principal del proyecto.



#### 4.2.25. CONCLUSIONES

La Torre Bois-le-Prêtre constituye un ejemplo representativo y sobresaliente a nivel mundial de la rehabilitación de un edificio existente y del mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de sus residentes. Mediante la intervención se consiguió aprovechar el aporte de radiación solar en el edificio, mejorando de esta manera el confort térmico y lumínico, con condiciones óptimas de temperatura en el interior de las residencias durante las diferentes estaciones del año, y además, se logró reducir del consumo de calefacción en un 50 % en el edificio.

Es importante señalar la eficiencia y desempeño energético que alcanzó el proyecto con la utilización adecuada de la energía pasiva en las fachadas a través del módulo jardín invernadero, conjuntamente con la implementación de fuentes de iluminación de bajo consumo, la introducción de energías renovables, eólicas y fotovoltaicas, y la recuperación de la energía proveniente de la ventilación.

La intervención se llevó a cabo mediante la implementación de los módulos exteriores generando con ello una ligereza estructural al momento de la intervención e independiente del edificio, con una economía de medios, y una sencillez de técnicas constructivas y sistemas empleados, que permitieron llevar a cabo la obra de manera

sencilla, sin el desalojo de los residentes, y con la mínima incomodidad de los mismos.

Finalmente, en el proyecto de transformación de la Torre Bois-le-Prêtre la principal consigna fue aprovechar lo existente y transformarlo de una manera eficaz permitiendo de esta manera alcanzar calidades incuestionables mediante:

- La ampliación de las viviendas por prolongación permitiendo el aumento de la superficie de la sala de estar de un 60 % a un 100 %, convirtiéndose en un amplio espacio con vistas a la ciudad. Además, con la creación de nuevas habitaciones.
- La transparencia de las fachadas, con la introducción de balcones y terrazas (jardín invernadero).
- Intervenciones sobre los descansos, circulaciones verticales y ascensores.
- La prolongación de las plantas bajas, plantas intermedias o de las terrazas permiten introducir servicios y equipamientos específicos de uso exclusivo para los habitantes del inmueble.
- Vestíbulos acogedores y seguros: transparentes con garitas para el portero.
- La introducción de nuevas viviendas de sustitución o complementarias.

- Espacios exteriores bien organizados y con un uso concreto.

El resultado, una intervención que mejoró incuestionablemente las condiciones de confort y de habitabilidad de los residentes de la Torre Bois-le-Prêtre, con un edificio que cumple con las exigencias de la normativa actual de consumo energético y sin la necesidad de construir un nuevo proyecto eliminando el existente.





65: Estado actual de la Torre Bois Bois-Prêtre.



### 4.3. ESTUDIO DE CASO 2: BARRIO TRINITAT NOVA

#### 4.3.1. ANTECEDENTES

En los últimos años, a una gran parte de viviendas en España se las ha ido dotando de ascensores para mejorar su accesibilidad y habitabilidad.

#### 4.3.2. REPARAR COMO FORMA DE MEJORA

Richard Sennett<sup>1</sup> en su libro *El Artesano* (imagen 66) realiza observaciones sobre la idea de reparación, ampliando el concepto hasta ver en él un modo de operar sobre los objetos y los conceptos. Reparar es entendido como una prolongación natural de los objetos a partir de la crítica que su uso conlleva. La reparación que sugiere Sennett se convierte en un repaso de la cultura material y una manera de ver los objetos como el resultado de su incesante uso, que es el que provoca la reparación. Sennett también habla del papel de la contingencia en la arquitectura y fija sus observaciones hacia obras cuyo interés y belleza provienen del hecho de incorporar las dificultades, e incluso las equivocaciones, en el proceso de diseño.

<sup>1</sup> **Richard Sennett:** Estados Unidos, 1943. Sociólogo de la corriente filosófica del pragmatismo. Es profesor emérito de Sociología en la London School of Economics, profesor adjunto de Sociología en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y profesor de Humanidades en la Universidad de Nueva York. Ha sido miembro del Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Conducta y es miembro de la Academia Estadounidense de las Artes y las Ciencias.

A partir de este razonamiento, el dotar de ascensores a viviendas que no los tenían, conlleva a que las viviendas intervenidas tengan mayores prestaciones que las originales, e incluso superado aquellas que ya han subsanado el problema de origen.

#### 4.3.3. IMPLEMENTAR UN ASCENSOR

En algunos edificios, colocar un ascensor significa utilizar el espacio existente en el hueco de la escalera o en un patio. En estos casos, la intervención ha mejorado las prestaciones de la escalera, añadiéndole un sistema mecánico, sin producir algún cambio en la estructura de accesos del edificio.

En otros casos, el ascensor no ha tenido otra opción que colocarse en alguna de las fachadas del edificio, por ejemplo en complejos construidos en España a partir de los años 50 y 60 del siglo anterior. Se trata de conjuntos formados por bloques laminares; edificios de crujía estrecha y viviendas con dos caras de ventilación y asoleo. Son bloques que forman barras, podemos contar las unidades que contienen a través de las cajas de escalera, que generalmente dan acceso a dos viviendas por el descansillo de la escalera.

#### 4.3.4. EL ASCENSOR EN LA FACHADA

En estos bloques, los ascensores han modificado la fachada y el espacio públi-



66: Portada libro "El Artesano" de Richard Sennett.  
67: Centro Nacional de Arte Reina Sofía, Madrid, 1986.



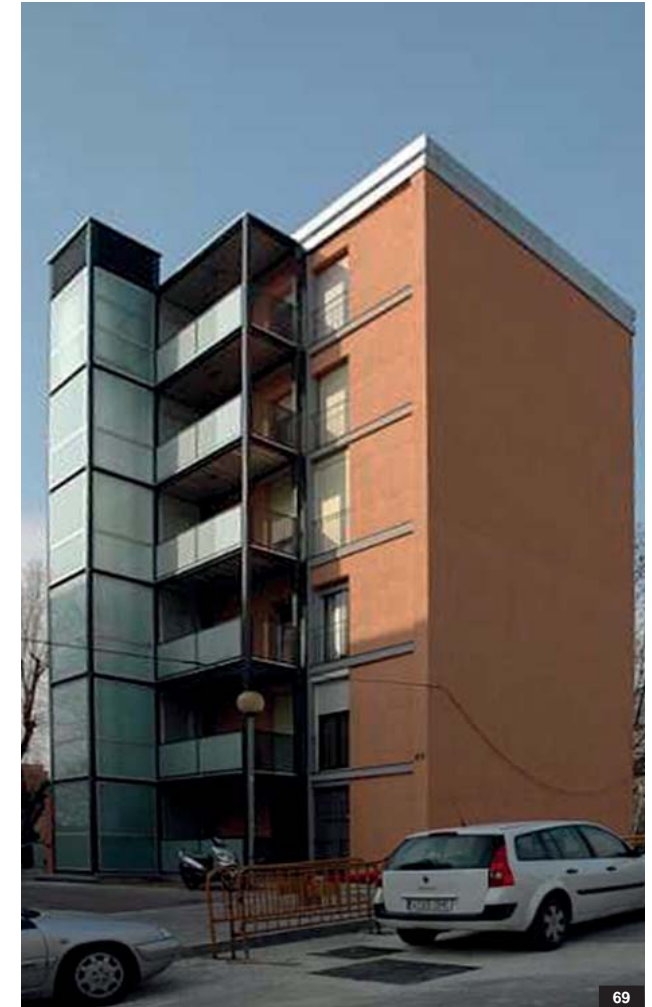
co, ya que su caja se ha construido sobre la acera o sobre el espacio libre entre edificios. Por ejemplo en el Centro Nacional de Arte Reina Sofía de Madrid (*imagen 67*) hace más de 20 años se colocaron en la fachada dos torres de ascensores de cristal, considerándolo como un caso pionero del que aquí presentamos.

Podemos distinguir dos formas de intervención. En la primera los ascensores “no han tenido más remedio” que ubicarse en la fachada (puesto que en la escalera no cabía) lo han hecho como prolongación del descanso de la escalera hacia el exterior, ocupando una parte del espacio público. Se han mejorado las prestaciones de la escalera y accesibilidad con una mínima intervención. Sin embargo, en algunas intervenciones los residentes han expresado su disconformidad ya que al salir en el descanso de la escalera, tienen que subir o bajar media planta. A raíz de estas opiniones, se han desarrollado soluciones constructivas ingeniosas para sustituir las escaleras existentes por otras de un solo tramo (normalmente construidas en taller con perfiles de acero) que permiten situar el ascensor a nivel de planta, proyectándose aún más sobre la calle.

En la segunda intervención los ascensores exteriores se han dotado de un sistema de balcones para poder acceder directamente a las viviendas por la sala de estar o



68: Bloque de viviendas ubicado en el Barrio Trinitat Nova antes de la intervención.



69: Bloque de viviendas ubicado en el Barrio Trinitat Nova luego de la intervención.





por una de las habitaciones.

En los bloques reparados aparecen estructuras hiperestáticas de acero, que no modifican la estructura del edificio y que se superponen a las fachadas distinguiéndose en ellas las cajas de los ascensores y los nuevos balcones. Algunos de estos casos son ejemplares y pueden considerarse una mejora evidente del conjunto del edificio (*imágenes 68, 69*).

#### 4.3.5. NORMATIVAS

La incorporación de ascensores en las fachadas ha originado problemas que son motivo de reglamentación en España. En ciudades como Madrid, Sevilla, Salamanca, Getxo o Avilés se han desarrollado normativas que pueden interpretarse como el instrumento que trata de comprender este fenómeno creciente. Se regula la instalación de ascensores en el hueco de la escalera o en los patios. Pero admiten la colocación de los nuevos ascensores en la fachada principal (en el espacio público) cuando no hay más remedio, y con un informe demostrando la imposibilidad de actuar de otro modo. Municipios como Bilbao o Barcelona, contemplan la necesidad de un plan urbanístico para su instalación y la vinculación entre estos edificios reparados y la ciudad, de la manera más explícita posible.

La normativa permite la colocación de

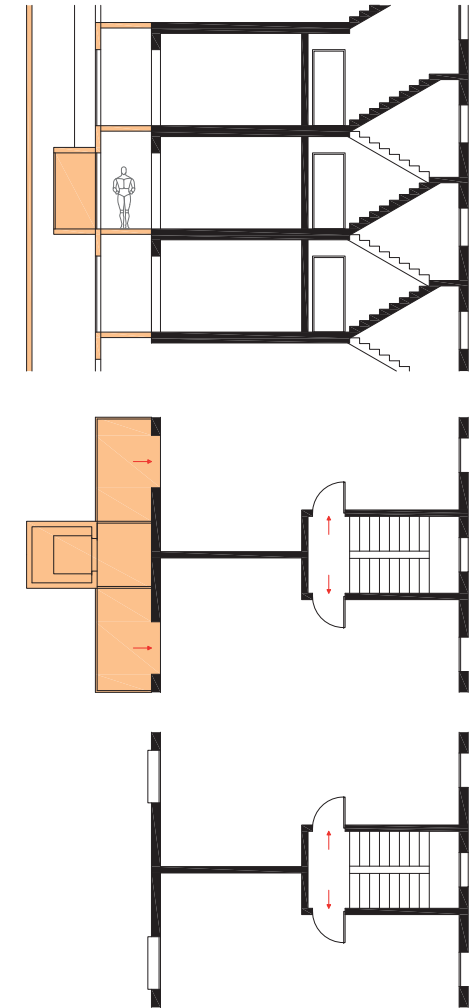
ascensores en las aceras, regulando las condiciones de ocupación de la vía pública, pensando en las relaciones entre el espacio público y el espacio doméstico en el futuro, aunque la colocación de ascensores en la calle y por la fachada sea algo provisional. En Madrid se fija el período de ocupación en 75 años.<sup>2</sup>

#### 4.3.6. LAS ESCALERAS DE INCENDIOS

El hecho de que la fachada de un edificio contenga elementos de acceso a las viviendas no es nuevo. En España, los casos de escaleras de incendio en las fachadas no son frecuentes en edificios de viviendas pero sí en edificios industriales en altura.

Podemos observar estas escaleras en la fachada como algo añadido. El respeto y la composición de las fachadas han sido los argumentos que han llevado a descartar una solución que, en otras ciudades, se popularizó en distintas épocas. De estos casos nos interesa el hecho de que las escaleras puedan usarse, no tanto como evacuación, sino como un acceso duplicado. La entrada por una zona de la casa que no está pensada para ello lo hace atractivo.

Casos de edificios de todas las épocas y lugares, como los de Nueva York (*imagen*



70

70: Ejemplo de colocación de un ascensor y balcones en fachada.

<sup>2</sup> *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011: 19.

71), Rotterdam o Copenhagen, contemplan habitualmente este acceso posterior, vinculado a la cocina. Nos interesan porque en ellos existe una separación entre el ascensor y la escalera (o bien una segunda escalera) que permite desdoblarse la entrada a las viviendas y, en algunos casos, forzar la presencia de un balcón que da acceso a la cocina.<sup>3</sup>

Estos accesos pueden asociarse también a las habitaciones de servicio y ser considerados como lo que denominamos “habitaciones satélite”. Ahora se trata de verlo desde otra óptica y observar estos accesos secundarios como una invitación a alterar la jerarquía de la casa en su conjunto, de modo comparable al uso inadecuado de un objeto.

#### 4.3.7. ACCESOS Y ASCENSORES EN LA CALLE

Los llamados Inmuebles Villas de la Ciudad Contemporánea, proyectada en 1925 por Le Corbusier (*imagen 72*), muestran un bloque doble que incorpora la calle como infraestructura, conteniendo el acceso a los ascensores junto a las paradas de autobuses y tranvías. Esta exhibición organizativa en la que el medio de acceso mecanizado se integra en la calle, como lo hacen los servicios de abastecimiento, no puede dejar de

entenderse como el resultado de concebir las viviendas ligadas a la ciudad.

Las viviendas y, por extensión, el bloque que las contiene, son parte misma de la ciudad al ser precisamente la calle su columna vertebral. En esta ciudad, Le Corbusier concibe el espacio libre como algo contemplativo; una especie de espectáculo natural que se ofrece a las terrazas jardín de estos Inmuebles Villas. Por la posición de los accesos mecánicos, puede decirse que la ciudad no se organiza en grandes manzanas con viviendas que contienen un espacio verde en el interior, sino en bloques dobles que contienen la calle.<sup>4</sup>

#### 4.3.8. OBJETIVOS

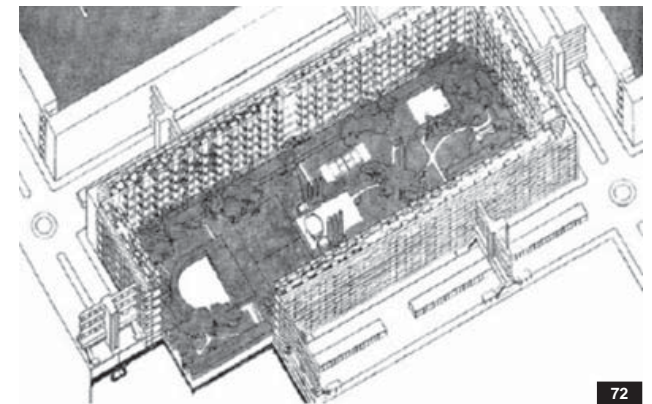
Este proyecto tuvo por finalidad la reparación de los siguientes elementos:

- Inspeccionar y reparar o reforzar los elementos estructurales, sobre todo en las zonas de riesgo húmedas como baños, galerías, cocinas y techos bajo cubierta.

Para hacer esta actuación se ha previsto 5 soluciones constructivas en función del grado de deterioro de la estructura y de las alturas disponibles de los locales. Por este motivo, por actuar en viviendas ocupadas y reducir al máximo el tiempo de trabajo, fue



71



72

3 *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011: 23.

4 *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011: 25.

71: Loft de Donald Judd en el 101 de Spring St., Nueva York, 1968.

72: Immeubles Villas en la Ciudad Contemporánea. Le Corbusier: Urbanisme, 1925.



imprescindible que esta obra esté homologada por los respectivos fabricantes para poder efectuar las 5 soluciones indistintamente.

- Aislar e impermeabilizar las fachadas, para solucionar los problemas de humedades por condensación de los interiores de las viviendas, y las fisuras de las paredes, reparando todos aquellos elementos que sean necesarios, como son los cantos de los elementos estructurales.

- Impermeabilización de cubierta existente, sustituyendo las tapas de acceso metálicas por unas de policarbonato.

- Sustitución de las bajantes y red de evacuación de aguas residuales.

- Sustitución de los montantes de gas.

- Sustitución de los montantes y centralización de los contadores eléctricos.

- Sustitución de la instalación de agua.

La finalidad de este proyecto es la construcción de un ascensor, que se ha dispuesto en la parte exterior del edificio ya que en la construcción del edificio no se previó espacio donde ponerlo y las dimensiones de la caja de escalera existente no lo permiten.

No existen barreras arquitectónicas para

acceder a las viviendas porque la caja del ascensor se situó separada aproximadamente unos 1,70 m. de la fachada y así poder hacer unas pasarelas que comuniquen directamente con las viviendas, al mismo nivel, a través de las salas de estar. Las pasarelas estarán divididas por un descanso de ascensor y otro descanso de acceso a cada vivienda, independiente del primero.

Tanto la estructura de la caja de escalera como la de las pasarelas se harán mediante una estructura metálica de columnas y vigas y con un forjado colaborante por descanso.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores. Barcelona, 2006: 3.





#### 4.3.9. FICHA TÉCNICA

**Arquitectos (intervención):** Servicio de Proyectos de Arquitectura de ADIGSA, Empresa Pública de la Generalidad de Cataluña.

**Promotor:** ADIGSA, Empresa Pública del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalidad de Cataluña.

**Ingeniería de estructuras:** La estructura metálica y cimentación han sido calculados por los arquitectos Carles Buxadé y Ribot y D. Joan Margarit y Consarnau, con la colaboración de los arquitectos. Ágata Buxadé y Fortuny y Sr. . Ramón Ferrando y Rios.

**Ubicación:** Barrio Trinitat Nova, Barcelona, España.





73

73: Barrio Trinitat Nova, estado actual.



#### 4.3.10. EMPLAZAMIENTO

El Barrio Trinitat Nova se encuentra situado en el Distrito de Nou Barris, término municipal de Barcelona, comarca del Barcelonès (Demarcación de Barcelona).

**Latitud:** 41° 26' 54,44" N.  
**Longitud:** 2° 11' 12,01" E.  
**Elevación:** 51 m.s.n.m.



74



75



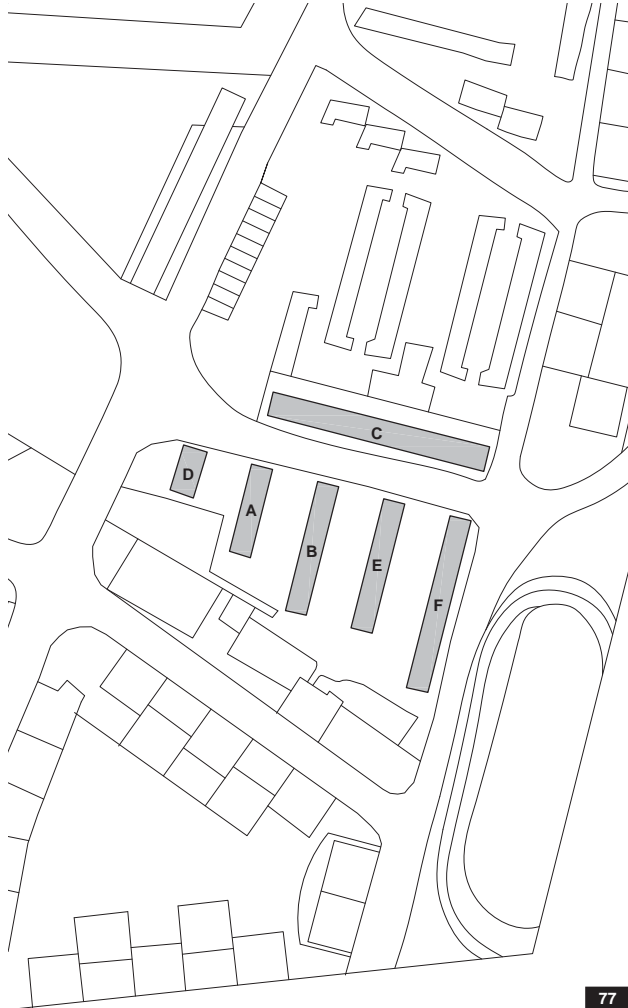
76

07: Mapa del mundo, ubicación de España.  
08: Mapa de Europa, ubicación de España y Barcelona.

09: Mapa de España, ubicación de Barcelona, Barrio Trinitat Nova.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





77

77: Emplazamiento - edificio intervenido.  
A. Fase 1. B. Fase 2. C. Fase 3. D. Fase 4. E. Fase 5. F. Fase 6

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



78

78: Emplazamiento actual Barrio Trinitat Nova (edificios intervenidos).



#### 4.3.11. ÁMBITO DE ACTUACIÓN

El total de viviendas afectadas por la intervención es de 48.

#### 4.3.12. HISTORIA

Trinitat Nova es un pequeño barrio barcelonés, con poco más de 7000 habitantes, situado en el distrito de Nou Barris. Se trata de un barrio relativamente nuevo, construido en su totalidad entre los años 50 y 60 (*imágenes 79, 80*), como otros barrios del área metropolitana de Barcelona, para acoger los flujos inmigratorios procedentes de las áreas rurales de España en un contexto de rápida expansión industrial.

Trinitat Nova se alzó sobre el territorio sin ningún tipo de planificación urbanística previa y sin prever unas condiciones mínimas de habitabilidad. Los bloques de viviendas se construyeron como barracas sobre un gran descampado sin prever el asfaltado de las calles, sin iluminación pública y ni una red adecuada de alcantarillado. El espacio público fue desconsiderado: la mayor parte de estos bloques no disponían de locales para comercios o talleres, no existían plazas públicas ni espacios verdes y los únicos equipamientos públicos durante muchos años fueron las escuelas y la iglesia. El barrio quedaba totalmente desconectado del núcleo urbano de Barcelona, sin preverse la llegada del transporte público y con accesos

complicados. La nueva vivienda no recogía condiciones mínimas de habitabilidad: las dimensiones de los apartamentos siguen siendo muy reducidas (muchos no pasan de 20 o 30 m<sup>2</sup>.), sus equipamientos son mínimos y los bloques fueron construidos con materiales de muy mala calidad.

Trinitat Nova nació así como un barrio diseñado estrictamente para dar techo a la nueva mano de obra del sector industrial en expansión; un barrio dormitorio que no mereció más que un lugar periférico y que, después de haberse construido, sólo recibió la atención puntual de las administraciones cuando las necesidades resultaban urgentes y la presión vecinal se volvía insostenible.

La historia del barrio podría caracterizarse por dos elementos: en primer lugar, por una actuación pública marcada por la descoordinación entre las diferentes administraciones, sin ningún tipo de planificación, pasiva ante los problemas específicos del barrio y de carácter altamente autoritaria e impositiva; y como reacción ante esta situación, una organización vecinal cada vez mejor articulada, con efectos cohesionadores sobre la comunidad, con una fuerte capacidad de movilización sobre los vecinos del barrio y centrada en reivindicaciones de carácter urbanismo pero fuertemente politizada.

Los años de la transición llenaron el ba-



79: Barrio Trinitat Nova, 1973.

80: Barrio Trinitat Nova, 1979.



rrio de ilusión y expectativas, pero en pocos años, quedaron frustrados y pasaron a ser sustituidos por sensaciones de desánimo y resignación. A pesar de algunas mejoras, el Barrio Trinitat Nova seguía encontrándose a mediados de los años 90 en una situación crítica, desde el punto de vista urbanístico y social. Las intervenciones que se realizaron en el barrio no pasaron nunca de la actuación sobre los aspectos concretos más urgentes, como la reparación de fachadas, cubiertas o aceras. Fueron intervenciones puntuales, reactivas ante la manifestación de problemáticas urgentes o de demandas particulares y no respondieron en ningún caso a una planificación global que se planteara de una manera integral las problemáticas urbanísticas del barrio, los retos y las oportunidades para su transformación. Lo mismo ocurrió con las políticas sociales (sanitarias, educativas, personales), que han tendido a actuar de forma reactiva, fragmentada, descoordinada y centrándose sobre las problemáticas individuales, sin una visión global ni capacidad para ejercer una transformación sustantiva de las condiciones de vida.

#### 4.3.13. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

a. Actuación en los elementos estructurales.

b. Aislamiento de las fachadas. Previamente se retiraron todos los elementos de

las fachadas que impedían la colocación del aislamiento, como son: tendederos, cables de instalaciones, etc. Para aislar las fachadas se realizaron las siguientes actividades:

- Limpieza.
- Colocación de planchas de poliestireno expandido.
- Colocación de armadura de fibra de vidrio con adhesivo.
- Capa de adhesivo.
- Colocación de perfiles angulares, gotezones y piezas especiales de aluminio anodizado. La protección de cantoneras, aristas y ángulos, se resuelve con perfil de aluminio.
- Primera capa de imprimación. Pigmentada con el color elegido, libre de disolventes, para imprimir la capa de revestimiento.
- Revestimiento o empastado final.
- En las zonas sin aislar se hizo un repaso del revoque de fachadas, los paños muy deteriorados. Se sustituyeron las rejillas de ventilación de las cocinas, y las salidas de gases quemados.
- Se hizo un repaso con mortero de reparación con resinas, los cantos y partes bajas



81



82

81, 82: Procedimiento constructivo, cimientos y estructura metálica.





de los balcones.

- Se pintaron los tragaluces de escaleras, aleros de cubierta, etc., así como una decoración exterior de las fachadas con enmarcado de ventanas y diferentes colores.

- Se colocaron persianas de PVC, con cajón de persiana exterior. En las ventanas de las plantas bajas se colocaron rejas fijas o practicables.

**c.** Se protegieron los elementos metálicos, rejas, puertas, barandillas, etc., con pintura al esmalte, con una primera capa y repaso, previa limpieza de las mismas.

**e.** Se adecuaron las líneas telefónicas.

**f.** Se impermeabilizaron las cubiertas, para ello se realizaron las siguientes actividades:

- Se desmontaron provisionalmente las instalaciones de TV existentes en la cubierta.

- Las pendientes están comprendidas entre el 1 y el 5 %, sin pendientes inferior al 1 %. La superficie sobre la que se hizo la actuación debía cumplir las siguientes condiciones:

- No resaltes ni agujeros.

- No zonas en contrapendiente.

- La superficie antes de impermeabilizar debía estar: seca, limpia de polvo, sin cuerpos extraños (grasas, aceites, cal, yeso, etc.) y sin humedad.

- Se tomaron las precauciones necesarias para evitar las fisuraciones.

- Todas las esquinas se terminaron con medias cañas de radio mayor a 6 cm., en los rincones se colocaron piezas especiales prefabricadas.

- Sistema de impermeabilización. Se ha proyectado un sistema a base de doble membrana de impermeabilización de betún elastomérico con armadura de fieltro de fibra de vidrio, totalmente adherida con fuego al pavimento; la segunda con armadura de fieltro de poliéster y fibra de vidrio, con acabado de autoprotección mineral de color, totalmente adherida a la anterior. Previa imprimación asfáltica bituminosa en toda la zona de actuación.

**g.** Red eléctrica. Todo el proyecto se realizó sin interrumpir el suministro a las viviendas. La obra se ejecutó íntegramente sin afectar la actual instalación hasta el momento en que, una vez terminada, se conectaron las nuevas derivaciones individuales a las instalaciones interiores existentes de cada vivienda, haciendo la conexión entre la



83: Estructura formada por perfiles metálicos.

nueva protección interior y la caja de conexión de la instalación individual.

**h. Ascensor.** Se montó un andamio como medio auxiliar para proceder al montaje de la estructura metálica. Ésta se fue montando paralelamente con el montaje de la estructura.

#### 4.3.14. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO

Se adoptó como solución una estructura formada por perfiles metálicos normalizados. Las uniones se realizaron con soldadura, dejando los perfiles preparados con bordes para soldar. (*Imágenes 83, 84*)

Se montó la estructura con perfiles metálicos de acero laminado HEB - 140 en las vigas y tubos cuadrados de 140 x 140 x 10 mm. en los pilares y fue ligada mediante soldadura según planos, los perfiles fueron pintados con una capa de pintura, con dos capas de imprimación y dos de acabado. Las placas colaborantes se colocaron cuando estuvo terminada la estructura metálica de las galerías que dan acceso del ascensor en las viviendas.

La estructura de perfiles de acero llegó en su mayor parte soldada del taller y las columnas con dos o tres tramos enteros cortados por la zona de platina donde la nueva soldadura quedará al interior del forjado.

Todas las vigas llegaron en un solo tramo, se sujetaron por sus extremos mediante cordones de soldadura. La protección de la estructura se realizó a base de pintura.

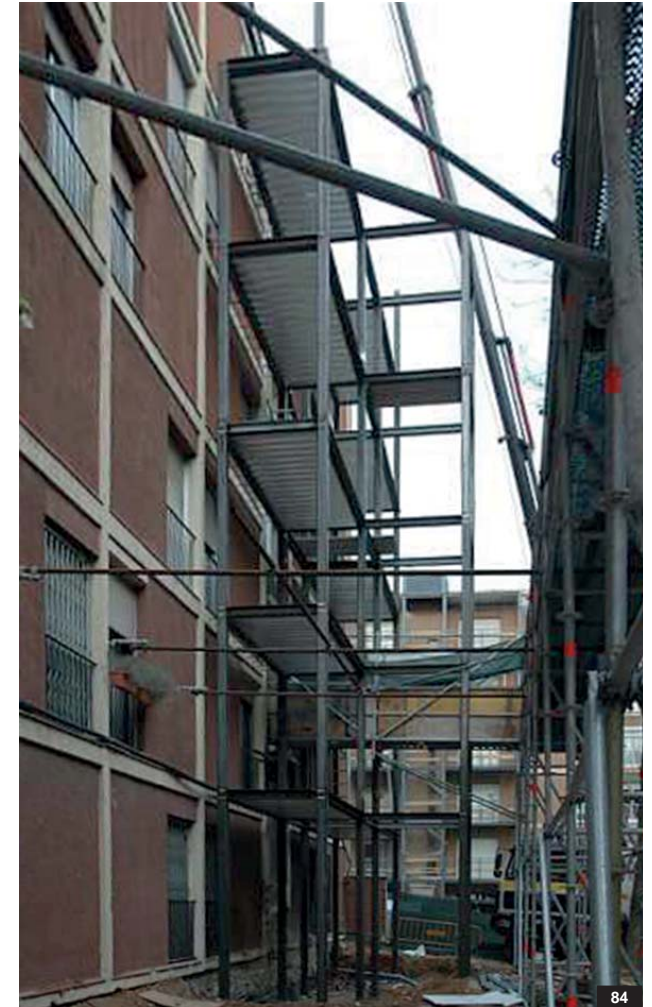
Se utilizó como techo formado por chapa perfilada de acero galvanizada y con acabado lacado de color, con capa de compresión de 10 cm. En caso de que se considere necesario para el buen funcionamiento de la obra se hormigonará “in situ” con un hormigón en seco, preparado en la obra.

Para impermeabilizar los elementos estructurales se ha previsto una imprimación con pintura de oxiasfalto<sup>6</sup> antes de la colocación del pavimento.

#### - CERRAMIENTOS Y DIVISORES

Para acceder a la maquinaria del ascensor, se hizo una abertura en el cierre del último descanso de la escalera comunitaria que conecta con el nuevo descanso del ascensor. También se hizo el cierre que corresponde a la división del descanso del ascensor que da acceso al descanso de entrada a las viviendas, este cierre está formado por una parte cerrada con vidrio laminar de seguridad, colocado con perfiles conformados de neopreno sobre aluminio. Los cierres practicables fueron puertas exteriores de

<sup>6</sup> **Oxiasfalto:** Betún oxidado, obtenido a partir de crudo de petróleo por destilación y otros métodos de refinado y oxidación posterior con catalizador. Es un material de unión de láminas para impermeabilización.



84: Estructura formada por perfiles metálicos y andamios para el montaje.





madera pintada, colocadas sobre la obra.

En el descanso de acceso a las viviendas se colocó unas barandillas de vidrio laminar de seguridad colocado con perfiles conformados de neopreno sobre aluminio.

### - PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS

En la planta baja el pavimento del vestíbulo propuesto se realizó de terrazo liso de grano pequeño.

En el resto de plantas, tanto en el descanso de ascensor como el de acceso a viviendas se colocó un pavimento de baldosa cerámica fina cuadrada, incluido una pieza de remate de doble goterón.

En cuando al revestimiento de la caja de ascensor se colocó un vidrio laminar de seguridad de dos lunas, con clasificación de resistencia al impacto manual, colocado con perfiles conformados de neopreno sobre aluminio.

A la parte de la fachada existente se dio un repaso con pintura plástica con acabado liso, con una capa de fondo diluida y dos de acabado.

En la parte inferior de la estructura de la planta baja se ancló un falso techo de yeso cartón. Finalmente, impermeabilizaron los elementos estructurales con una pintura as-

fáltica y se recubrieron con baldosa cerámica.

### - INSTALACIONES

Se trasladó el portero automático existente a la nueva puerta de acceso. En el descanso de ascensor de cada planta la luz propia del ascensor permanece en funcionamiento. A los descansos de acceso a las viviendas se instalaron unos interruptores y lámparas nuevas conectadas la red interior de las viviendas. Se colocaron un timbre y un pulsador en cada puerta.

Tanto la acometida como la caja general de protección de electricidad del edificio hubo que modificarlas para adecuarlas a la nueva potencia necesaria.

### - ASCENSOR

Es un ascensor electromecánico (*imagen 85*) sin sala de máquinas, con las siguientes características:

- a. Carga máxima: 450 kg o 6 personas.
- b. Número de paradas: 6
- c. Número de accesos: 6
- d. Recorrido aproximado: 15 m.
- e. Velocidad: 1 m/s. regulado electrónica-



85: Interior de uno de los bloques, circulación vertical, escaleras, descansos y ascensor implementado.

mente por frecuencia variable, con el máximo confort en velocidad nominal, en aceleración y desaceleración.

f. Cabina, con las siguientes características:

- Dimensiones: 1,00 x 1,20 x 2,10 m. (ancho x fondo x alto).
- Paredes: metal revestido.
- Frente de puerta: acero inoxidable.
- Pasamanos: en acero inoxidable satinado.
- Puertas : 0,80 x 2,00 m.
- Accesos a planta: por embarque frontal con homologación al fuego y con acabado frontal zinc.

#### 4.3.15. PROBLEMAS QUE RESUELVE EL SISTEMA

**1. Filtraciones de agua.** Por revestimientos exteriores convencionales, por su calidad y por el envejecimiento, facilitan la penetración del agua de la lluvia y provocan humedades en el interior de las viviendas.

**2. Puentes térmicos.** Producidos en las uniones estructurales, muros transversales y cantos de los elementos estructurales

metálicos, por falta de aislamiento exterior de estos elementos y que producen las humedades de condensación.

**3. Protección estructural.** Los revestimientos exteriores convencionales protegen las construcciones de los elementos climáticos, pero, por el escaso poder aislante que tienen, no lo hacen con las variaciones térmicas extremas.

**4. Resistencia térmica.** Los sistemas constructivos empleados en la construcción de muchas viviendas públicas, no preveían la incorporación de elementos que potenciaran la resistencia térmica de la obra. Actualmente, para mejorar este aspecto, es aconsejable la utilización de un aislamiento por la cara exterior del cerramiento.

**5. Aislamiento acústico.** De la misma manera que en el apartado anterior, el sistema mejora considerablemente el aislamiento acústico.

#### 4.3.16. COMPOSICIÓN DEL SISTEMA

El sistema de aislamiento térmico, aplicado sobre la cara exterior de los muros verticales, tanto de obra, de fábrica o de hormigón, se puede dividir en tres partes principales :

**1. Aislamiento térmico.** Constituido por planchas de espuma rígida de poliestireno



86: Parte exterior de la intervención, estructura y diferentes cerramientos.



expandido, que forma una estructura celular cerrada y que reúne las condiciones definidas en la normativa española.

- Estabilidad de forma.
- Baja absorción de agua.
- Permeabilidad al vapor de agua, necesaria para evitar condensaciones .
- Baja conductividad térmica.
- Autoextinguible.
- Clasificación de reacción al fuego: M1.
- Espesor entre 20 y 80 mm. de acuerdo con el grado de aislamiento que se necesite. Es aconsejable en grandes muros utilizar placas de 30 mm. de espesor como mínimo.
- El adhesivo que se utiliza para fijar las placas aislantes en los muros es un producto de pasta acuosa por mezclar con cemento, formado por resinas acrílicas en dispersión y cargas minerales; y como aglutinante principal un copolímero acrílico en dispersión.

**2. Protección resistente.** Formada por tejido de fibra de vidrio, formando una malla de diferentes dimensiones, tratado con PVC para evitar la acción de los álcalis. El tejido de gran resistencia a la tracción tiene como misión, dentro del sistema, embebido

entre dos capas de adhesivo de las mismas características del empleado para la fijación de las placas, la protección del aislamiento, el reparto de cargas y la absorción de tensiones superficiales .

Se utilizan dos tipos de mallas: las normales, que sirven para la armadura de protección y las de refuerzo, colocadas sólo en aquellas partes del edificio más susceptibles de ser agredidas mecánicamente, por aumentar la resistencia a los impactos .

**3. Protección impermeable de acabado.** Se puede conseguir con la aplicación de diferentes revestimientos, en forma de dispersión acuosa a base de copolímeros sintéticos, acrílicos o vinílicos como aglomerantes y pigmentos, cargas minerales y aditivos.

Las texturas del acabado pueden ser muy diferentes, según el tratamiento de la aplicación, pero se recomiendan colores claros, con un índice de reflexión superior a 55.

#### 4.3.17. APLICACIÓN DEL SISTEMA

Conocidas las ventajas que proporciona el aislamiento térmico por el exterior (economía energética, mejora el confort, elimina condensaciones, protección de los efectos de los agentes atmosféricos en general, supresión de puentes térmicos) y, como se ha dicho, el sistema goza también de una



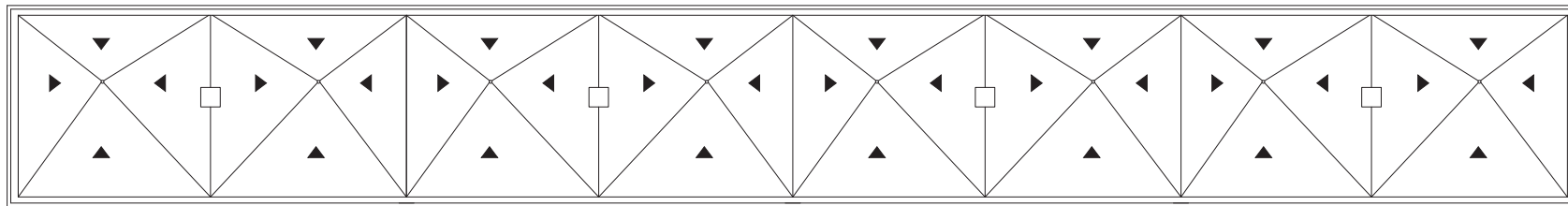


aplicación nada complicada, pero de la que depende el comportamiento posterior y la durabilidad. (*Imagen 86*)

Si hemos de ser rigurosos en la elección y el control de todos los materiales que integran el sistema, debemos ser más en la aplicación y puesta en marcha de la obra, que puede comprometer el comportamiento de los elementos que componen el sistema.



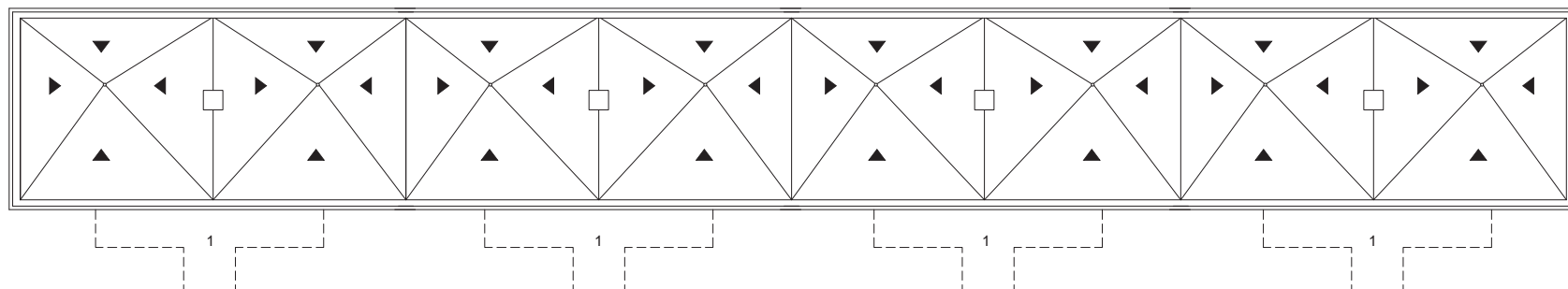
#### 4.3.18. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS, ELEVACIONES Y SECCIONES



PLANTA DE CUBIERTAS - ORIGINAL

0 1 5

P11



PLANTA DE CUBIERTAS - INTERVEN-  
CIÓN

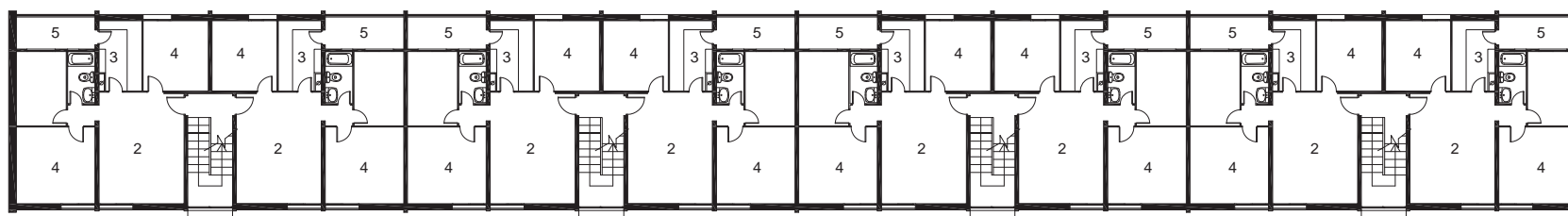
0 1 5

P12

1. Módulo adicionado de ascensor y accesos.

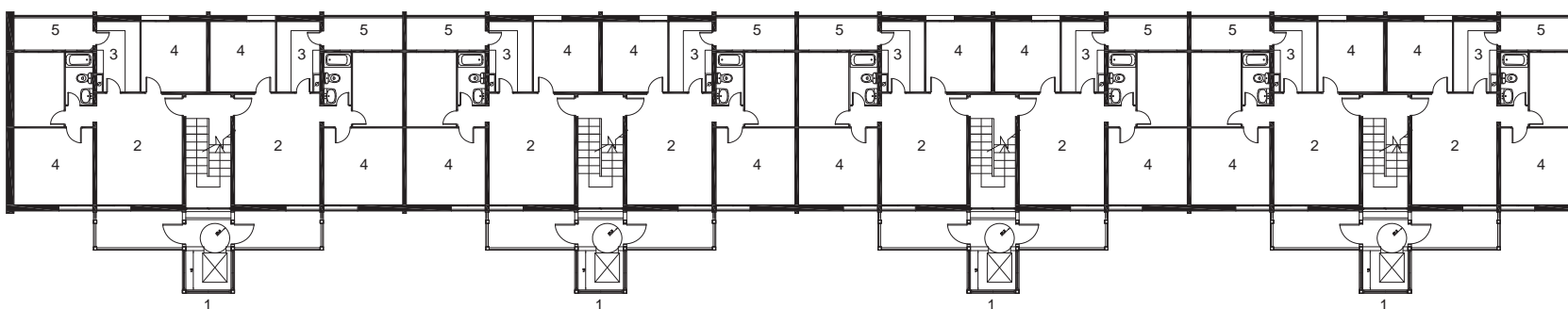
P11: Planta de cubiertas (original).  
P12: Planta de cubiertas (intervención).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



P13

PLANTA TIPO - ORIGINAL

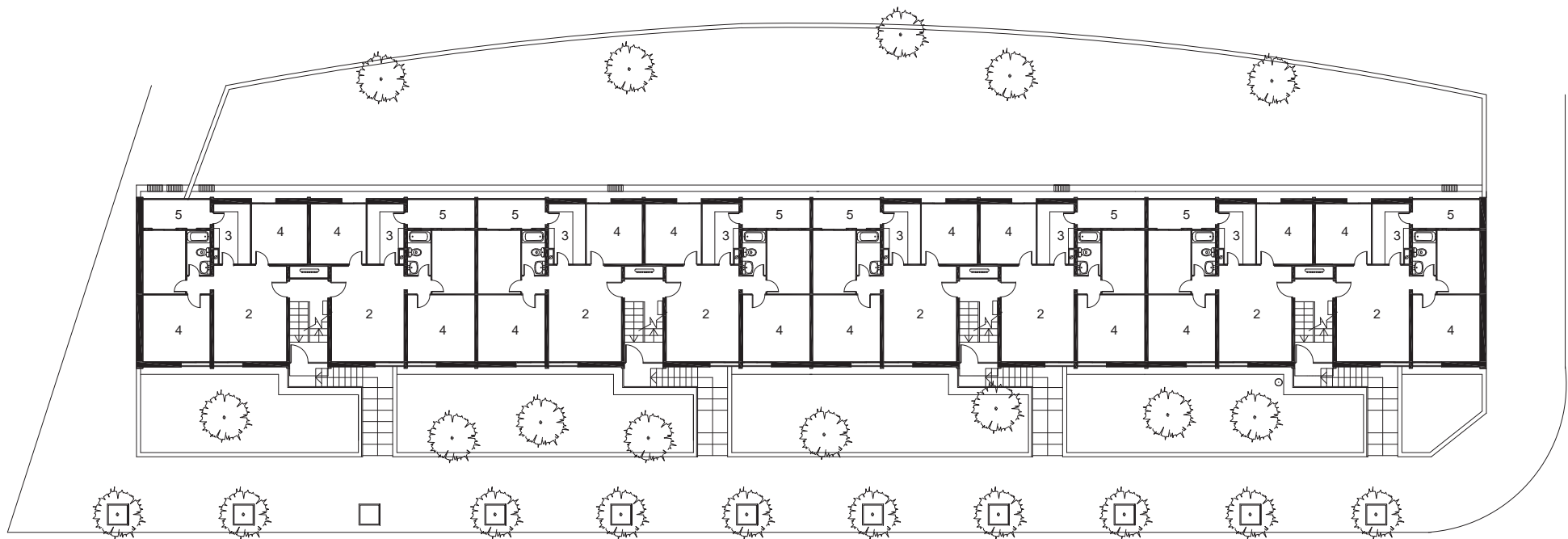


P14

PLANTA TIPO - INTERVENCIÓN

1. Módulo adicionado de ascensor y accesos.
2. Sala - comedor
3. Cocina
4. Dormitorio
5. Lavandería

P13: Planta tipo (original).  
P14: Planta tipo (intervención).



## PLANTA BAJA - ORIGINAL

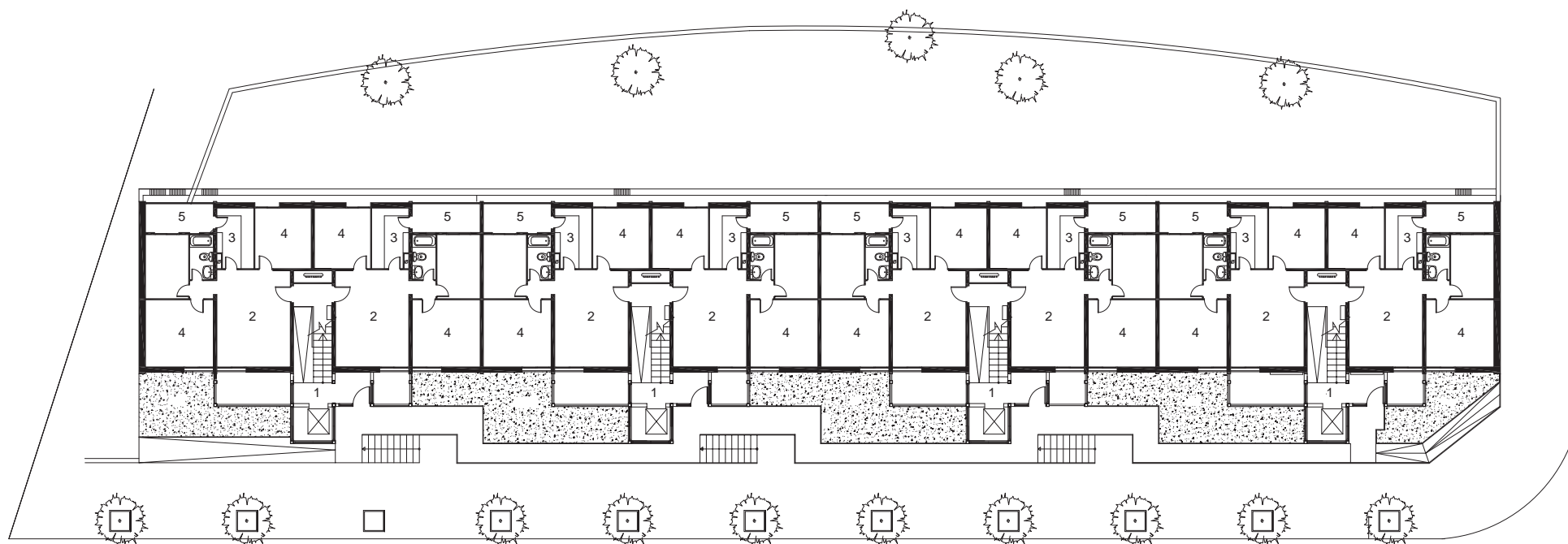
1. Módulo adicionado de ascensor y accesos.
2. Sala - comedor
3. Cocina
4. Dormitorio
5. Lavandería

0 1 5

P15

P15: Planta baja (original).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



## PLANTA TIPO - INTERVENCIÓN

1. Módulo adicionado de ascensor y accesos.
2. Sala - comedor
3. Cocina
4. Dormitorio
5. Lavandería

0 1 5

P16

P16: Planta baja (intervención).





FACHADA FRONTAL - ORIGINAL

0 1 5

F05

F05: Fachada frontal (original).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



## FACHADA FRONTAL - INTERVENCIÓN

0 1 5

F06

F06: Fachada frontal (intervención).



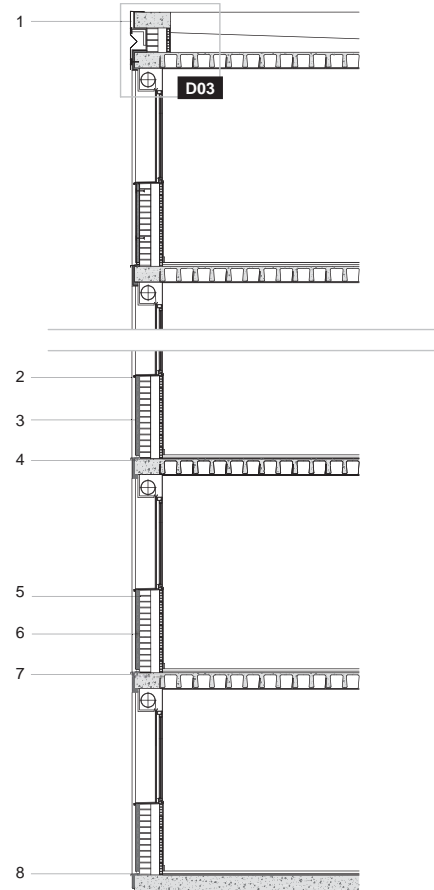
**FACHADA POSTERIOR - INTERVENCIÓN**

0 1 5

F07

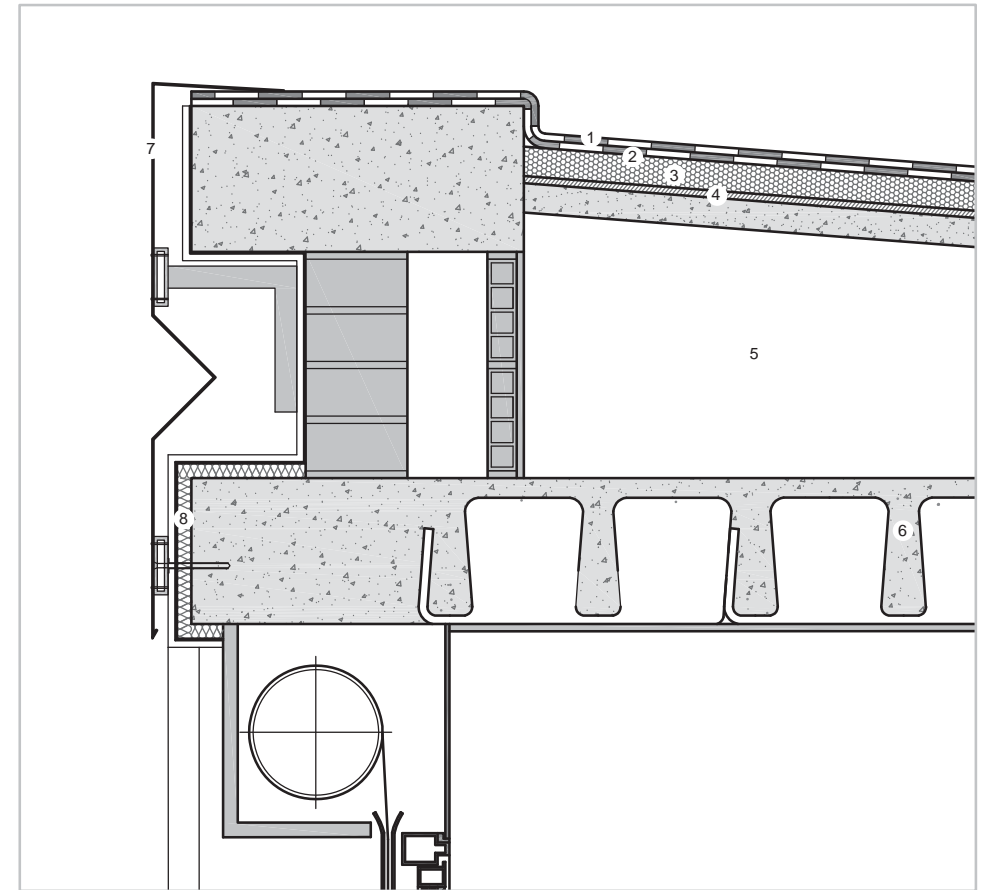
F07: Fachada posterior (intervención).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



**S02**

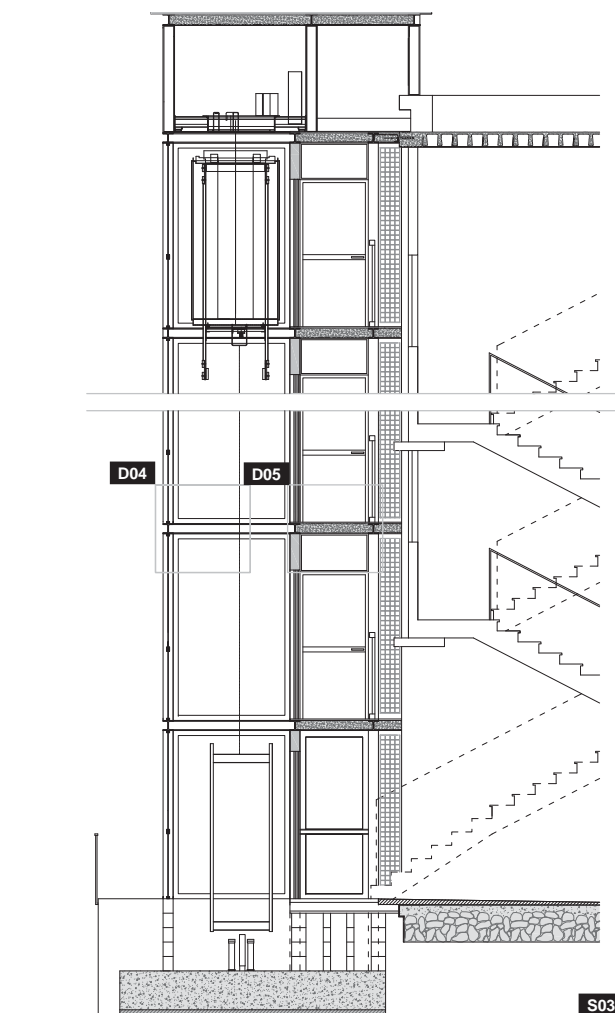
**S02:** Sección constructiva vertical de la fachada posterior (sin escala).  
**(1)** Chapa galvanizada de 1,5 mm. espesor. **(2)** Vienteaguas de aluminio anodizado de 15 micras de espesor. **(3)** Revestimiento de acabado. **(4)** Adhesivo de espuma de poliuretano. **(5)** Placas de poliestireno extruido de 4 cm. de espesor. **(6)** Fijación mecánica. **(7)** Vienteaguas de chapa plegada de aluminio anodizado. **(8)** Perfil de aluminio troquelado.



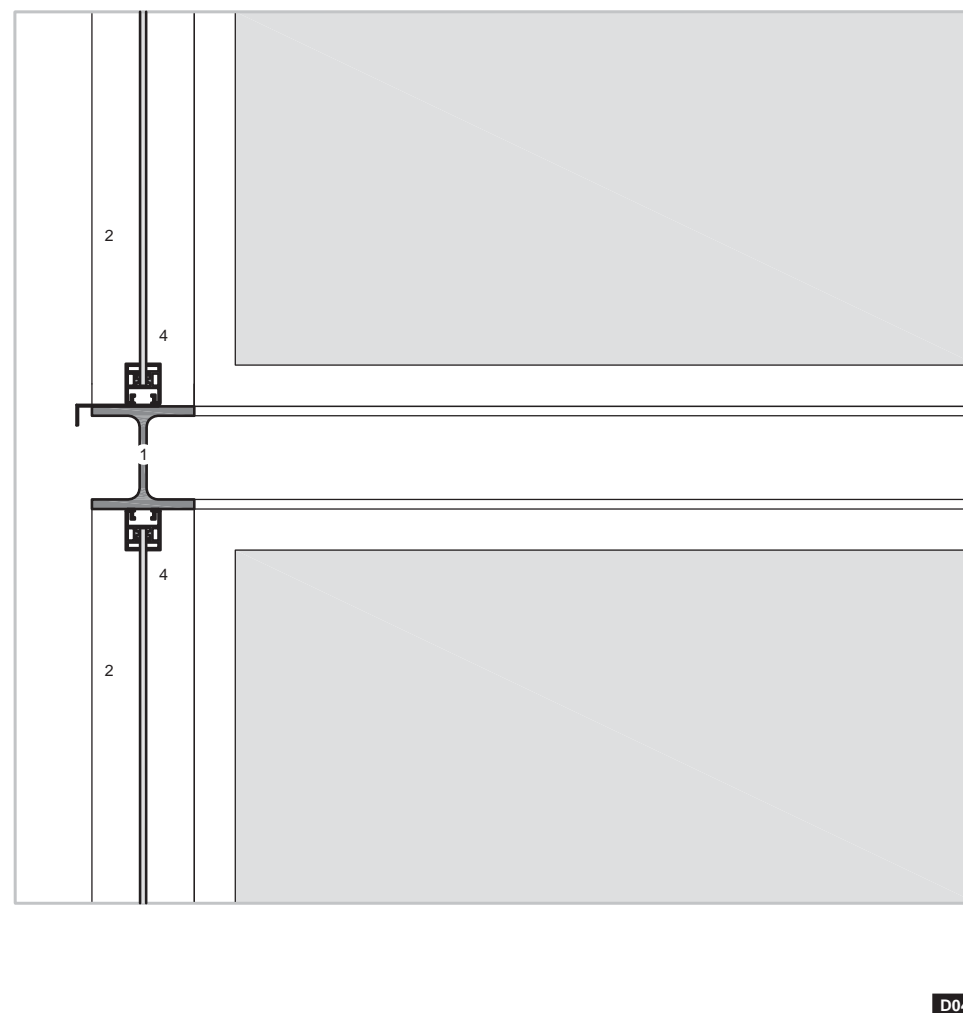
**D03**

**D03:** Detalle de la cubierta en la intervención (sin escala).  
**(1)** Membrana de betún elastomérica SBS de 5 kg./m<sup>2</sup> AMB armadura de fieltro de poliéster y fibra de vidrio de 140 gr./ m<sup>2</sup> AMB acabado de auto protección mineral AMB solapamientos de 10 cm. **(2)** Membrana de betún elastomérica SBS de 4 kg./m<sup>2</sup> AMB armadura de fieltro de poliéster y fibra de vidrio de 100 gr./ m<sup>2</sup> AMB solapamientos de 8 cm. **(3)** Rasilla existente. **(4)** Cubierta existente. **(5)** Forjado de obra. **(6)** Chapa galvanizada de

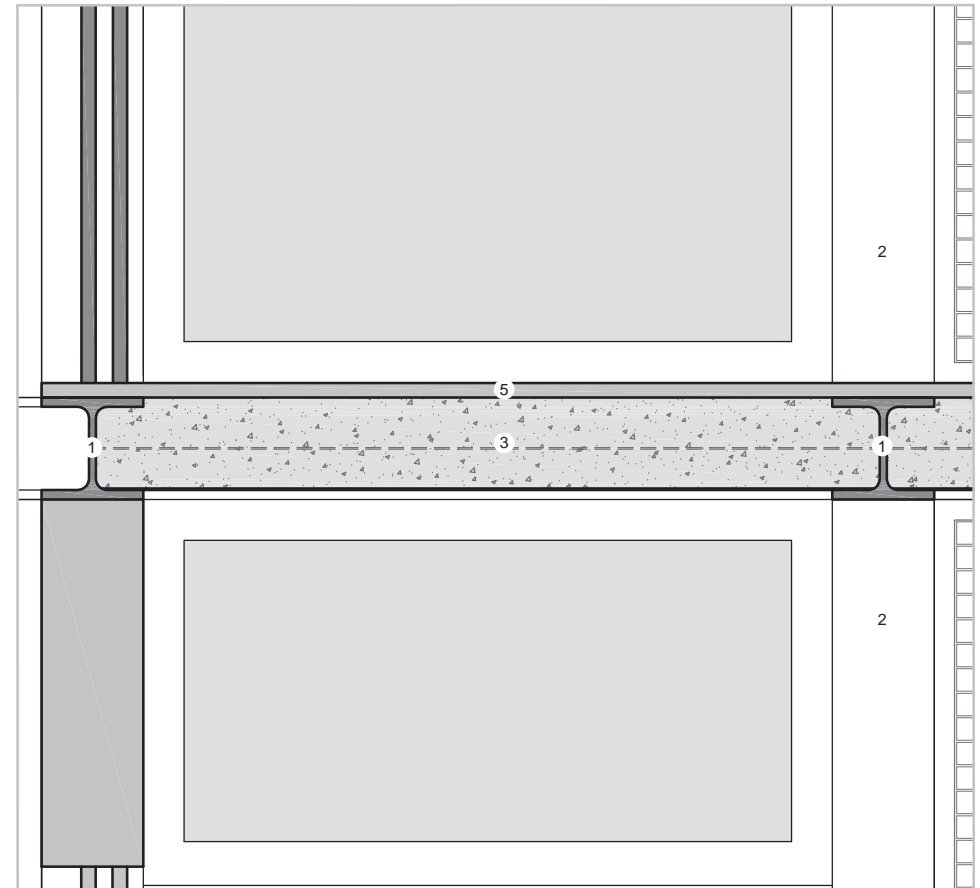
1,5 mm. espesor. **(7)** Aislamiento.



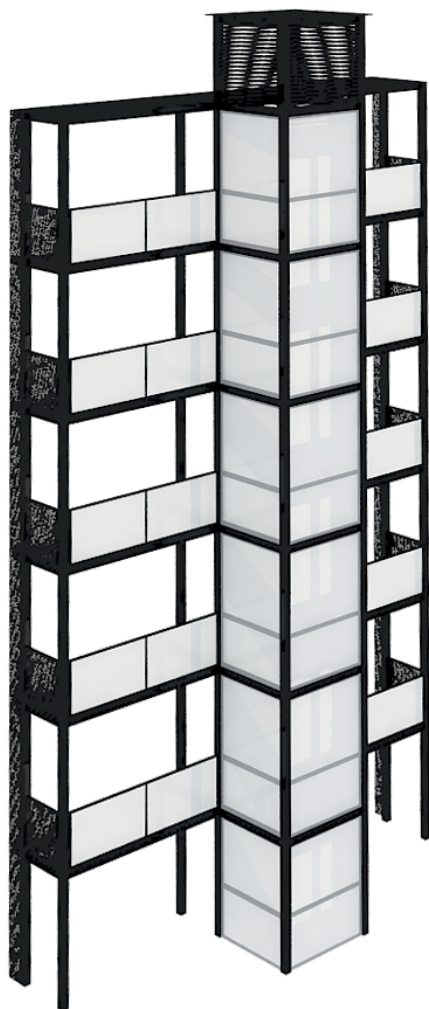
S03: Sección constructiva vertical del módulo prefabricado (sin escala).







**D04, D05:** Detalle del módulo y sus principales elementos (sin escala).  
(1) Perfil metálico de acero laminado HEB - 140. (2) Tubo cuadrado de 140 x 140 x 10 mm. (3) La placa colaborante de las galerías dan acceso del ascensor en las viviendas, con hormigón en seco, preparado en obra. (4) Vidrio laminar de seguridad, colocado con perfiles conformados de neopreno sobre aluminio. (5) Pavimento de baldosa cerámica fina cuadrada.





88

88: Axonometría del módulo y sus principales elementos.  
**(1)** Perfil metálico de acero laminado HEB - 140. **(2)** Tubo cuadrado de 140 x 140 x 10 mm. **(3)** La placa colaborante de las galerías dan acceso del ascensor en las viviendas, con hormigón en seco, preparado en obra. **(4)** Vidrio laminar de seguridad, colocado con perfiles conformados de neopreno sobre aluminio.



87, 88, 89: Estructura metálica incorporada en el edificio existente de departamentos. Ascensor y balcones de acceso.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





90, 91, 92: Planta baja de la estructura metálica incorporada en el edificio existente de departamentos. Ascensor y balcones de acceso.





#### 4.3.19. CONCLUSIONES

En los edificios de departamentos del Barrio Trinitat Nova, mediante la aplicación de diferentes estrategias constructivas y bioclimáticas, y con la implementación de un ascensor exterior, se consiguió mejorar considerablemente las prestaciones de las edificaciones que no fueron concebidas para las necesidades actuales, así como la calidad de vida (habitabilidad) de los residentes, brindándoles confort, comodidad y mejora en la accesibilidad a cada uno de sus departamentos, además de revitalizar el barrio en que están emplazadas.

Se trató de una intervención que no desalojó a sus residentes, igual que en el primer caso estudio se les permitió permanecer en sus departamentos durante el tiempo que duró la ejecución de la obra. Las intervenciones realizadas conjuntamente con los beneficios obtenidos mejoraron las condiciones de confort al interior de las residencias. Este proyecto se constituye en un ejemplo de intervención exterior sin la necesidad de alterar la tipología o estructura original del edificio mediante la incorporación de módulos prefabricados.

Hemos analizado dos estudios caso en los cuales la revitalización de los espacios, el mejoramiento del confort en el interior y de la habitabilidad de los residentes, son los principales objetivos en estos tipos de reha-

bilitación, sin la necesidad de incluir sistemas mecánicos de climatización. Se tratan de edificios de otra época, con una técnica constructiva que no era acorde a las exigencias climáticas actuales, pero mediante la implementación de estrategias bioclimáticas y correctos materiales y sistemas constructivos llegan a cumplir las normativas vigentes de la ciudad a la que pertenecen. Los requisitos que fija la normativa en cada país son los mínimos que legalmente puede tener una edificación, pero pueden ser perfectamente superados si se utilizan estrategias bioclimáticas adecuadas que no tienen por qué encarecer el proyecto y que, en cualquier caso, deben ser consideradas una inversión.

Además, estas intervenciones nos permiten tomar conciencia acerca de las edificaciones existentes, ya que no necesariamente se las tiene que derrumbar para proyectar edificios nuevos, sino que mediante un adecuado diseño se los puede rehabilitar y hacer sustentables y habitables, utilizando un presupuesto mucho menor.

Estos edificios apuestan por la eficiencia energética, de confort y de habitabilidad que, siendo sólo una herramienta para intentar conseguir la sostenibilidad, es un paso adelante para conseguir un desarrollo sostenible que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus

propias necesidades.

Por último, la optimización continua y garantizada en la eficiencia energética, en base a una regulación adecuada a cada momento, del funcionamiento de las distintas instalaciones y componentes del edificio, tienen un efecto decisivo en el consumo y ahorro energético.



93: Planta baja del proyecto, acceso al ascensor. Estado actual.



#### 4.3.20. BIBLIOGRAFÍA

##### 4.3.20.1. ARTÍCULOS

- *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011.

- *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006.

- *Arketipo. Recupero, Refurbishment Bois Le Prêtre Tower in Paris, France* - Frédéric Druot Architecture, Lacaton & Vassal Architects. N. 67. Milano, 2012.

##### 4.3.20.2. LIBROS

- Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012.

- Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007.

##### 4.3.20.3. PÁGINAS DE INTERNET

- Lacaton & Vassal. *Transformation de la Tour Bois le Prêtre - Paris 17* - Druot, Lacaton & Vassal. <http://www.lacatonvassal.com/?idp=56>. Acceso: febrero, 2014.

- Tour Bois le Prêtre – Druot. *Transformación de un bloque de viviendas en el barrio 17, Paris*. Lacaton & Vassal. <http://tallermetropolisesarq.wordpress.com/page/2/>. Acceso: febrero, 2014.

- *Transformación de un bloque de viviendas en París, por Druot, Lacaton & Vassal*. <http://www.metalocus.es/content/es/blog/transformaci%C3%B3n-de-un-bloque-de-viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-lacaton-vassal>. Acceso: febrero, 2014.

- *Viviendas en París por Druot y Lacaton & Vassal*. <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>. Acceso: febrero, 2014.

##### 4.3.20.4. CRÉDITO DE IMÁGENES

**01.** Fuente: [https://www.flickr.com/photos/nicola\\_soran/9435165254/](https://www.flickr.com/photos/nicola_soran/9435165254/). Acceso: febrero, 2014.

**02.** Fuente: [https://www.flickr.com/photos/nicola\\_soran/3311700429/](https://www.flickr.com/photos/nicola_soran/3311700429/). Acceso: febrero, 2014.

**03, 04.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012.





**05, 06.** Fuente: <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56>. Acceso: marzo, 2014.

**07 - 09:** Dibujo: Autores

**10, 11.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid, 2012: 22. Dibujo: autores.

**12.** Fuente: Google Earth.

**13 - 19.** Fuente: <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56>. Acceso: marzo, 2014.

**20, 21.** Fuente: Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007. Dibujo: Autores

**22.** Fuente: <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>. Dibujo: Autores

**23, 24.** Fuente: Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili, SL. Barcelona, 2007. Dibujo: Autores

**25 - 27.** Fuente: <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>.

**par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii.** Dibujo: Autores

**28.** Dibujo: Autores

**29 - 43.** Fuente: <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56>. Acceso: marzo, 2014.

**44.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid, 2012. Dibujo: Autores

**45 - 48.** Fuente: <http://tallermetropolisarq.wordpress.com/page/2/>. Acceso: marzo, 2014.

**49.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid, 2012: 24. Dibujo: autores.

**50.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid, 2012: 27. Dibujo: autores.

**51.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal*. Tectónica 38. Madrid,



2012: 29. Dibujo: autores.

**52.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 28. Dibujo: autores.

**53 - 65.** Fuente: <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56>. Acceso: marzo, 2014.

**66.** Fuente: <http://eurotopia-eurotopia.blogspot.com/2014/11/el-capitalismo-se-ha-hecho-hostil-la.html>. Acceso: junio, 2014.

**67.** Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Museo\\_Nacional\\_Centro\\_de\\_Arte\\_Reina\\_Sof%C3%ADa#media\\_viewer/Archivo:MNCARS\\_05.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Museo_Nacional_Centro_de_Arte_Reina_Sof%C3%ADa#media_viewer/Archivo:MNCARS_05.jpg). Acceso: junio, 2014.

**68, 69.** Fuente: <http://ecobiohabitat.com/2014/03/25/recorridos1-rehabilitacion-trinitat-nova/>. Acceso: junio, 2014.

**70.** Fuente: *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011: 7. Dibujo: Autores.

**71.** Fuente: <http://wikimapia.org/27914951/Judd-Foundation-Building#/photo/3426076>. Acceso: junio, 2014.

**72.** Fuente: *Rehabitar, entrar por el balcón*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Barcelona, 2011: 23.

**73.** Autor: Arq. Iván Quizphe

**74 - 76.** Dibujo: Autores

**77.** Dibujo: Autores

**78.** Fuente: Google Earth.

**79.** Fuente: [http://decastroero.blogspot.com/2012\\_05\\_01\\_archive.html](http://decastroero.blogspot.com/2012_05_01_archive.html). Acceso: junio, 2014.

**80.** Fuente: [http://arxiuhistoric.blogspot.com/2012\\_10\\_01\\_archive.html](http://arxiuhistoric.blogspot.com/2012_10_01_archive.html). Acceso: junio, 2014.

**81 - 85.** Fuente: [http://www.jmesarquitectura.com/proyecto\\_trinitat\\_nova](http://www.jmesarquitectura.com/proyecto_trinitat_nova). Acceso: junio, 2014.

**86.** Fuente: <http://ecobiohabitat.com/2014/03/25/recorridos1-rehabilitacion-trinitat-nova/>. Acceso: junio, 2014.

**87, 88.** Dibujo: Autores

**89 - 95.** Autor: Arq. Iván Quizphe

#### 4.3.20.5. CRÉDITO DE REDIBUJOS

**P01 - P08.** Fuentes: Druot, Lacaton y





Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili, SL. Barcelona, 2007. <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>. Dibujo: Autores.

**F01 - F04.** Fuentes: Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007. <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>. Dibujo: Autores.

**C01 - C03.** Fuentes: Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007. <http://www.metalocus.es/content/es/blog/viviendas-en-par%C3%ADs-por-druot-y-lacaton-vassal-ii>. Dibujo: Autores.

**P09, P10.** Dibujo: Autores.

**S01.** Dibujo: Autores.

**D01, D02.** Fuente: Acosta, Martín. *Transformación de la torre de viviendas Bois-le-Prêtre en París*, Frédéric Druot, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Tectónica 38. Madrid, 2012: 36, 37. Dibujo: Autores.

**P11 - P16.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de*

*reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

**F05 - F07.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

**S02.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

**D03.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

**S03.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

**D04, D05.** Fuente: *Servicio de proyectos de arquitectura de Adigsa. Proyecto de reparaciones generales e instalación de ascensores*. Barcelona, 2006. Dibujo: Autores.

#### 4.3.20.6. CRÉDITO DE TABLAS

**T01, T02.** Fuente: Druot, Lacaton y Vassal. *PLUS: La vivienda colectiva, Territorio de excepción*. Editorial Gustavo Gili SL. Barcelona, 2007.



# **CAPÍTULO 05**

Análisis

Multifamiliares del IESS





## 5.1. GENERALIDADES

El complejo de Multifamiliares del IESS constituye el primer ejemplo de Arquitectura Moderna, muy diferente a la tradicional que se realizaba en la ciudad de Cuenca durante los años 70, por dicho motivo el proyecto ha sido seleccionado con el objetivo de analizar y mejorar las condiciones de confort térmico, lumínico y visual, de acuerdo al requerimiento de la NEC (Normativa Ecuatoriana de la Construcción). Actualmente consta en el Plan Especial de Urbanismo de El Ejido como un hito urbano de interés social.

En este capítulo realizamos el diagnóstico del estado actual del complejo de Multifamiliares y la propuesta de mejoramiento del confort; para ello, en una primera etapa analizamos la normativa local de las dimensiones de los espacios habitables, para verificar o comparar si los espacios del edificio cumplen con dichas dimensiones, posteriormente se realizará el análisis completo del complejo, con una metodología que consta de las siguientes partes: fichas técnicas, emplazamiento, historia, programa, usos, densidad, ocupación del suelo, materiales y sistemas constructivos, conectividad y accesibilidad, microclima; finalmente se realizará un registro de datos térmicos y lumínicos en

los departamentos previamente seleccionados por su emplazamiento, que serán los indicadores para el análisis térmico, lumínico y visual, estos datos nos permitirán plantear las estrategias pasivas que serán aplicadas al anteproyecto arquitectónico que contribuirá al mejoramiento de la confortabilidad y habitabilidad de las residencias.





## 5.2. DIMENSIONES DE ESPACIOS HABITABLES

Antes de realizar la propuesta de intervención en el Complejo de Multifamiliares del IESS es importante conocer la normativa actual existente en la ciudad que hace referencia a las dimensiones de espacios habitables, así como accesos y zonas de circulación. De esta manera podremos verificar si los departamentos cumplen con dichas dimensiones.

### 5.2.1. ALTURA DE LOCALES

#### Art 15.- Altura de Locales Habitables.

La altura mínima de los locales habitables es de 2,20 m., comprendida entre el nivel de piso terminado y la cara inferior de cielo raso.<sup>1</sup>

### 5.2.2. CIRCULACIONES EN LAS EDIFICACIONES

#### Art. 20.- Circulaciones.

Comprenden los corredores, pasillos, escaleras y rampas que permiten el desplazamiento de los habitantes al interior de una edificación.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo. Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca: 349.

<sup>2</sup> Ibidem: 351.

#### Art. 21.- Circulaciones horizontales.

Las características y dimensiones de las circulaciones horizontales deben ajustarse a estas disposiciones:

a. Todos los locales de un edificio deben comunicarse con pasillos o corredores que conduzcan directamente a las escaleras o las puertas de salida de la edificación.

b. El ancho mínimo de los pasillos y de las circulaciones para el público es de 1,20 m., excepto en interiores de viviendas unifamiliares o de oficinas, en donde pueden ser de 0,90 m. (Imágenes 01, 02)

c. Los pasillos y los corredores no deben tener salientes que disminuyan su altura interior a menos de 2,20 m.<sup>3</sup> (Imagen 03)

### 5.2.3. ESCALERAS

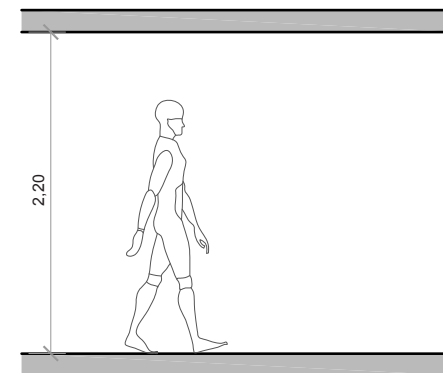
#### Art. 22.- Escaleras.

Las escaleras de las edificaciones deben satisfacer los siguientes requisitos:

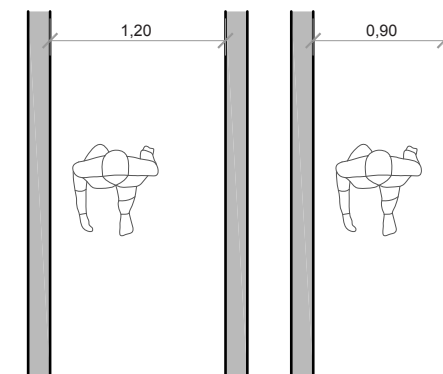
a. Los edificios tendrán siempre escaleras que comuniquen todos sus niveles, aún cuando existan elevadores.

b. Las escaleras serán en tal número que ningún punto servido del piso o planta se

<sup>3</sup> Ibidem: 351.



01



02

01: Altura mínima de los espacios habitables. Art. 15.

02: Ancho mínimo de los pasillos para el público y en viviendas unifamiliares o de oficinas. Art. 21: b.

encuentre a una distancia mayor de 25 m. de alguna de ellas.

**c.** Las escaleras en el interior de departamentos unifamiliares deben tener una sección mínima de 0,90 m. En cualquier otro tipo de edificio, la sección mínima puede ser de 1,20 m.

**d.** El ancho de los descansos deberá ser igual a la sección reglamentaria de la escalera.

**e.** Sólo se permitirán escaleras compensadas y de caracol, para casas unifamiliares y para comercios u oficinas con superficies menores de 100 m<sup>2</sup>.

**f.** La huella de las escaleras tendrá un ancho mínimo de 28 cm. y la contrahuella una altura máxima de 18 cm.; salvo en escaleras de emergencia, en las que la huella no será menor a 0,30 m. y la contrahuella no será mayor de 0,17 m. (*Imagen 04*)

**g.** Las escaleras contarán preferiblemente con 16 contrahuellas entre descansos, excepto las compensadas o de caracol.

**h.** En cada tramo de escaleras las huellas serán todas iguales, lo mismo que las contrahuellas.

**i.** Las huellas se construirán con materia-

les antideslizantes.<sup>4</sup>

### Art. 23.- Escaleras de seguridad.

Se consideran escaleras de seguridad a aquellas a prueba de fuego, dotadas de antecámara ventilada.

Los edificios que presenten alto riesgo, o cuando su altura lo exija y en otros casos en que el Cuerpo de Bomberos o la Dirección de Control Urbanístico, lo consideren necesario, deberá plantearse escaleras de seguridad.

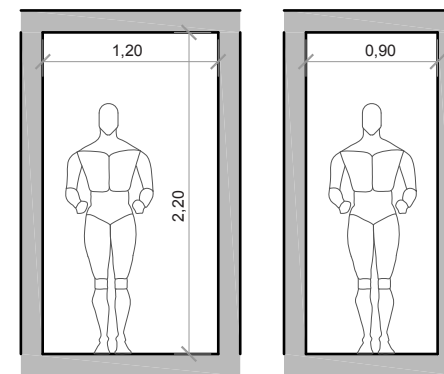
Las escaleras de seguridad, deberán cumplir con los siguientes requisitos.

**a.** Las escaleras y cajas de escaleras, deben ser fabricadas de materiales incombustibles con resistencia mínima de 2 horas contra fuego.

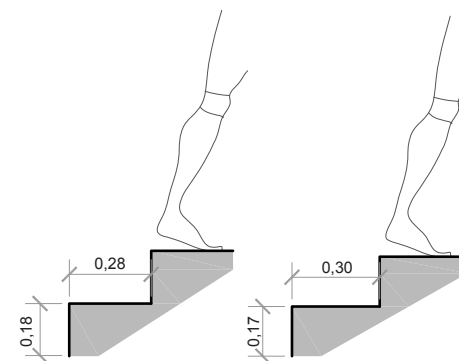
**b.** Las puertas de elevadores no podrán abrir para la caja de escaleras, ni para la antecámara.

**c.** Deberá existir una antecámara construida con materiales resistentes al fuego, mínimo por 2 horas y con ventilación propia.

**d.** Las puertas entre la antecámara y la circulación general deben ser fabricadas con material incombustible y tener cerradu-



03



04

03: Altura mínima de los pasillos. Art. 21: c.  
04: Huella y contrahuella para escaleras. Art. 22.

<sup>4</sup> Ibídem: 351.



ra hermética.

**e.** Las cajas de escalera pueden tener aberturas interiores, solamente hacia la antecámara.

**f.** La abertura hacia el exterior estará situada mínimo a 5 m. de distancia de cualquier otra abertura del edificio o de edificaciones vecinas, debiendo estar protegida por techo de pared ciega, con resistencia al fuego de 2 horas como mínimo.

**g.** Las escaleras de seguridad tendrán iluminación natural con una área de 0,90 m<sup>2</sup>. por piso como máximo y artificial conectada a baterías con una duración mínima de 2 horas.

**h.** La antecámara debe tener como mínimo una área de 1,80 m<sup>2</sup>. y será de uso colectivo.

**i.** Las puertas de la antecámara y de la escalera, deben abrirse en el sentido de la circulación y nunca contra ella, serán herméticas y no dejarán pasar gases o humos y fabricadas con material resistente al fuego mínimo por una hora y media.

**j.** Las puertas deben tener una dimensión mínima de 1,20 m. de ancho y 2 m. de altura.

**k.** Es obligatoria la construcción de esca-

leras de seguridad para todos los edificios que concentren gran cantidad de personas, edificios públicos y privados, hoteles, edificios de habitación, centros de reunión, hospitales, institucionales, educacionales, recreativo, culturales, sociales, administrativos, etc., que se desarrollen en altura y que superen los 4 pisos.<sup>5</sup>

#### Art. 24.- Rampas

Las rampas para peatones en cualquier tipo de construcción deben satisfacer los siguientes requisitos:

**a.** Una sección mínima igual a 1,20 m.

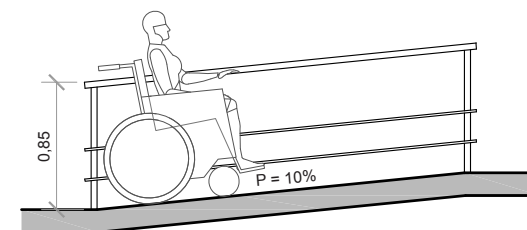
**b.** La pendiente máxima será del 10%.  
(Imagen 05)

**c.** Los pisos serán antideslizantes.<sup>6</sup>

#### Art. 25.- Pasamanos en las circulaciones.

La altura mínima es de 85 cm. y deben construirse de manera que impidan el paso de niños a través de ellos. (Imagen 05)

En el caso de edificios para habitación colectiva y de escuelas primarias, los pa-



05

<sup>5</sup> Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo. Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca: 352.

<sup>6</sup> Ibidem: 352.



samanos deben estar compuestos por elementos lisos.

En escaleras de emergencia el pasamano debe estar construido con materiales resistentes al fuego.<sup>7</sup>

#### **5.2.4. ACCESOS Y SALIDAS**

##### **Art. 27.- Dimensiones mínimas.**

El ancho mínimo de accesos y salidas de emergencia y puertas que comuniquen con la vía pública, es de 1,20 m.

Para determinar el ancho total necesario, se considera como norma, la relación de 1,20 m. por cada 200 personas.

Las puertas de acceso a viviendas unifamiliares, departamentos y oficinas ubicadas en el interior de edificios y aulas en edificios destinados a la educación, pueden tener un ancho libre mínimo de 0,90 m.<sup>8</sup>

##### **Art. 28.- Accesos y salidas en locales de uso público.**

Los accesos que sirvan también de salida deben permitir un rápido desalojo del local, considerando como ancho libre mínimo de 1,80 m. Para el cálculo del ancho total del

acceso se regirá a la norma anterior.<sup>9</sup>

##### **Art. 29.- Salidas de emergencia.**

Las edificaciones de uso colectivo con capacidad superior a 50 personas, como hoteles, hospitales, centro de reunión, sala de espectáculos deportivos y similares y los locales de ventas y centros comerciales de superficies mayores a 1000 m<sup>2</sup>., deben contar con salidas de emergencia con los siguientes requisitos:

**a.** Deben existir en cada nivel del establecimiento.

**b.** Su número y dimensiones se rigen por las normas de los artículos 30 y 31, de manera que sin considerar las salidas de uso normal, permitan el rápido desalojo del local.

**c.** Tendrán salida directa a la vía pública o lo harán por medio de circulaciones con sección mínima igual a la suma de las circulaciones exclusivas que desemboquen en ellas.

**d.** Dispondrán de iluminación adecuada aunque se interrumpa el servicio eléctrico, y en ningún caso tendrán acceso o cruzarán a través de locales de servicio.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> Ibidem: 352.

<sup>8</sup> Ibidem: 353.

<sup>9</sup> Ibidem: 353.

<sup>10</sup> Ibidem: 353.



### Art. 30 Señalización.

Las salidas, incluidas las de emergencia de todos los locales afectados por el artículo anterior, deben señalizarse mediante letreros claramente visibles desde cualquier punto del área a la que sirvan e iluminados en forma permanente aunque se interrumpa el servicio eléctrico.<sup>11</sup>

### Art. 31.- Puertas.

Las puertas de las salidas o de las salidas de emergencia de hoteles, hospitales, locales y centros comerciales, deben satisfacer los siguientes requisitos:

**a.** Siempre deben ser abatibles hacia el exterior sin que sus hojas obstruyan pasillos o escaleras.

**b.** Se debe construir con materiales que garanticen una resistencia al fuego de por lo menos 1 hora y deberán tener en cierre hermético que impida la contaminación de humo o gases. Debe contar con dispositivos que permitan su apertura con el simple empuje de los concurrentes.

**c.** Cuando comuniquen con escaleras, entre la puerta y el desnivel inmediato, debe haber un descanso con una longitud mínima de 1,20 m.

**d.** No debe haber puertas simuladas ni se colocarse espejos en las mismas.<sup>12</sup>

### 5.2.5. ELEVADORES

#### Art. 33.- Número de ascensores por altura de edificación.

Todas las edificaciones que tengan más de planta baja y tres pisos altos y hasta una altura de 24 m., deben disponer por lo menos de un ascensor y sobre esta altura, por lo menos de 2 ascensores, en caso de existir mezzanine, éste no se toma como un piso más.

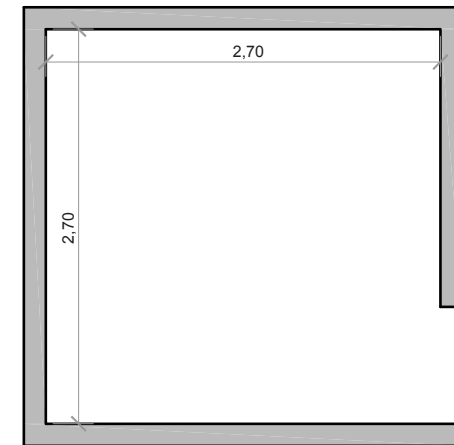
La Dirección de Control Urbanístico podrá autorizar la construcción de un solo piso adicional servido por escaleras, sobre el último piso a que tenga acceso el ascensor, siempre que se encuentre dentro de las rasantas establecidas por la máxima altura. En ningún caso los elevadores pueden ser el único medio de acceso a las plantas superiores e inferiores de la edificación.<sup>13</sup>

### 5.2.6. LOCALES HABITABLES

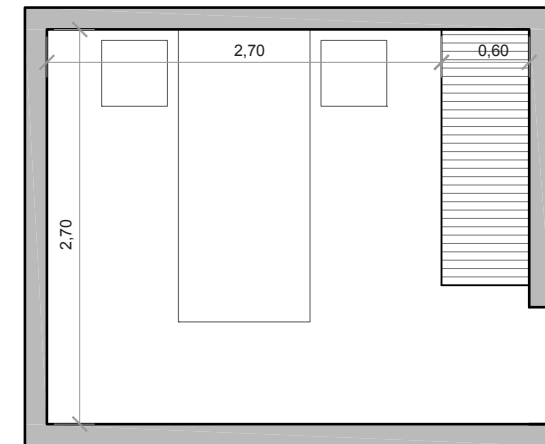
#### Art. 67.- Dimensiones mínimas de locales.

<sup>12</sup> Ibidem: 354.

<sup>13</sup> Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo. Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca: 354.



06



07

06: Dimensiones mínimas para locales habitables. Art. 67: a.

07: Dimensiones mínimas para dormitorios exclusivos. Art. 67: b.

<sup>11</sup> Ibidem: 353.



**a. Locales habitables:** Tendrán una superficie mínima útil de 6 m<sup>2</sup>, ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 2 m libres. (imagen 06)

**b. Dormitorios exclusivos:** Para el caso de la unidad mínima de vivienda debe existir por lo menos un dormitorio exclusivo con superficie mínima de 8,10 m<sup>2</sup>., ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 2,70 m libres, provisto de closet anexo de superficie mínima de 0,72 m<sup>2</sup>. y ancho no menor a 0,60 m. libres. (Imagen 07)

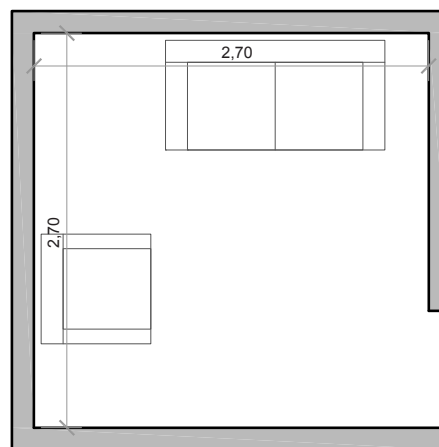
Otros dormitorios con excepción del de servicio, dispondrán de closet anexo con superficie mínima de 0,54 m<sup>2</sup>. y ancho no menor a 0,60 m. libres o incrementarán su área mínima en 0,72 m<sup>2</sup>.

**c. Sala de estar:** Una superficie mínima de 7,30 m<sup>2</sup>., ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 2,70 m. (Imagen 08)

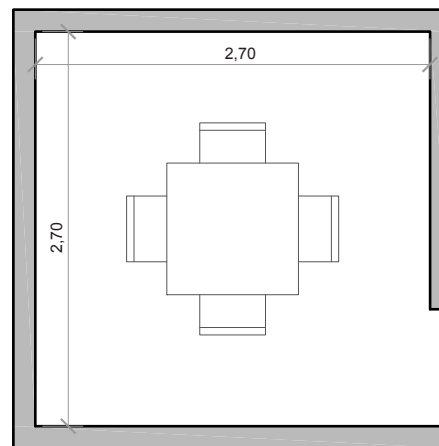
**d. Comedor:** Una superficie mínima de 7,30 m<sup>2</sup>, ninguna dimensión lateral menor a 2,70 m. (Imagen 09)

**e. Cocina:** Una superficie mínima de 4,50 m<sup>2</sup>., ninguna dimensión lateral menor a 1,50 m., debe incluirse obligatoriamente un mesón de trabajo en un ancho no menor a 0,60 m. (Imagen 10)

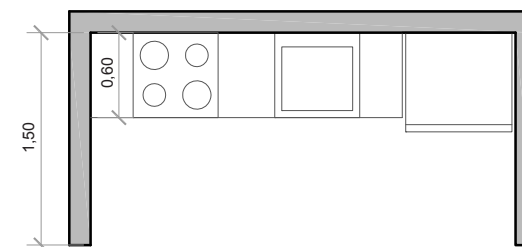
**f. Baños:** Las dimensiones mínimas de



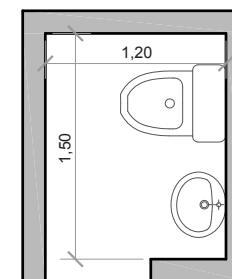
08



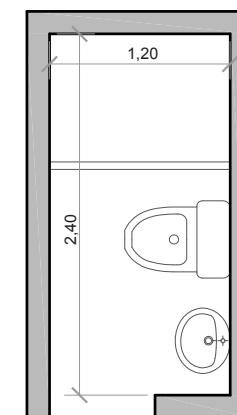
09



10



09



11

08: Dimensiones mínimas para salas de estar. Art. 67: c.  
09: Dimensiones mínimas para comedores. Art. 67: d.

10: Dimensiones mínimas para cocinas. Art. 67: e.  
11: Dimensiones mínimas para baños. Art. 67: f.



baños serán de 1,20 m, el lado menor y una superficie útil de 2,50 m<sup>2</sup>. (Imagen 11)

**g. Área de servicio:** Una superficie de 2,25 m<sup>2</sup>., como mínimo, ninguna dimensión menor a 1,50 m. libres, pudiendo anexarse espacialmente al área de cocina y dividida de ésta, por medio de un muro o tabiquería de 1,50 m. de altura.

**h. Área de secado:** Anexa al área de servicio o fuera de ella y tendrá una superficie útil de 3 m<sup>2</sup>. Ninguna de cuyas dimensiones laterales será menor a 1,50 m.<sup>14</sup>

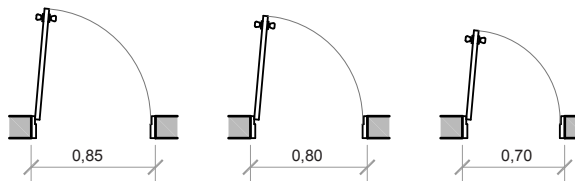
#### Art. 68.- Servicios sanitarios de la vivienda.

Toda vivienda deberá incluir obligatoriamente los siguientes servicios sanitarios.

- Cocina: Fregadero con interceptor de grasas.
- Baño: Lavamanos, inodoro y ducha.
- Lavadero de ropa.<sup>15</sup>

#### Art. 69.- Departamentos de un solo ambiente.

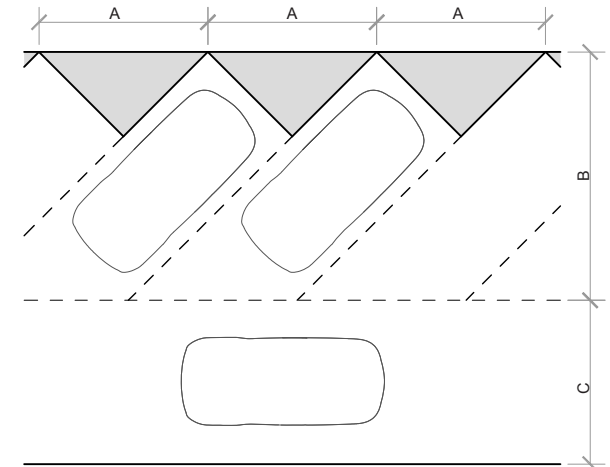
En los colectivos de vivienda, se autorizará la construcción de vivienda de un solo



Estacionamiento	A (m)	B(m)	C(m)	Área de vehículos
en 45° (Imagen 13)	3,40	5,00	3,30	28,20 m <sup>2</sup>
en 30° (Imagen 14)	5,00	4,30	3,30	34,00 m <sup>2</sup>
en 60° (Imagen 15)	2,75	5,50	6,00	28,00 m <sup>2</sup>
en 90° (Imagen 16)	2,50	5,20	6,00	28,00 m <sup>2</sup>
en paralelo (Imagen 17)	6,10	2,50	3,30	34,00 m <sup>2</sup>

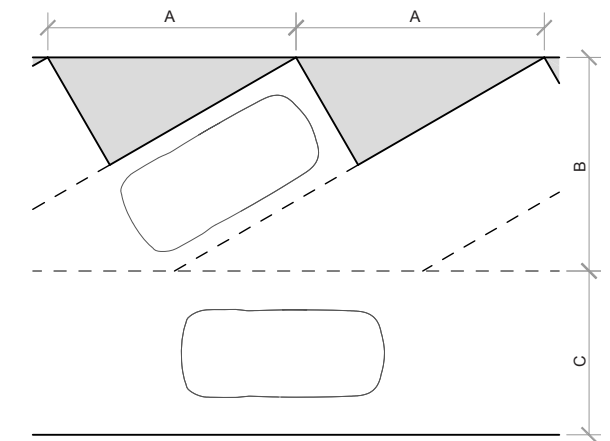
12: Dimensiones de puertas. Art. 70.

T01: Tabla de dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88.



12

13



T01

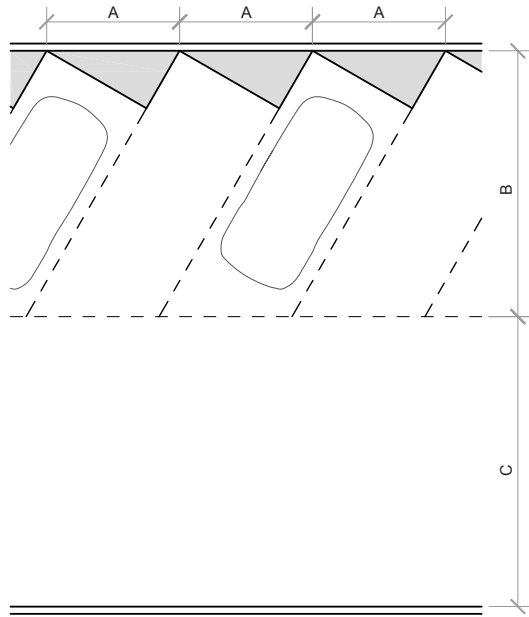
14

13: Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88. Estacionamiento en 45°.

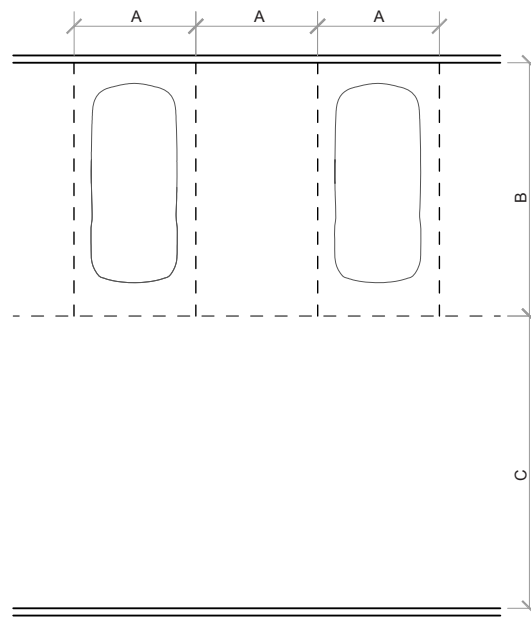
14: Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88. Estacionamiento en 30°.

<sup>14</sup> Ibidem: 362.

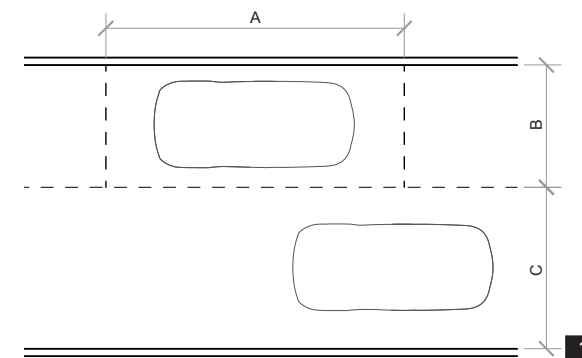
<sup>15</sup> Ibidem: 362.



15



16



17

15: Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88. Estacionamiento en 60°.

16: Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88. Estacionamiento en 90°.

17: Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos. Art. 88. Estacionamiento en paralelo.



ambiente, cuando cumpla las siguientes características:

**a.** Un local destinado a la habitación, que reúna todas las condiciones del local habitable con el máximo de mobiliario incorporado, que incluya closet, según la norma y un área mínima de 12 m<sup>2</sup>. libres, ninguna dimensión lateral será menor a 2,70 m.

**b.** Una pieza de baño completa.

**c.** Cocineta con artefacto y mueble de cocina, lavaplatos y extractor natural o mecánico, con un área mínima de 2,25 m<sup>2</sup>., ninguna dimensión lateral menor a 1,50 m. libres y el mesón de trabajo con un ancho mínimo de 0,60 m. libres.<sup>16</sup>

#### **Art. 70.- Dimensiones de puertas.**

Las dimensiones corresponden al ancho y altura mínimos que deben tener las hojas de las mismas:

Altura mínima: 2,00 m.

Secciones mínimas:

- Acceso a vivienda o departamento: 0,85 m.

- Dormitorios, salas, comedores: 0,80 m.

- Cocinas y áreas de servicio: 0,85 m.  
- Baños: 0,70 m.<sup>17</sup> (*Imagen 12*)

#### **5.2.7. ESTACIONAMIENTOS**

##### **Art. 71.- Estacionamientos.**

El número de estacionamientos por unidad de vivienda está de acuerdo a las siguientes relaciones:

Un estacionamiento por cada unidad de vivienda, cuando éstas sean de tipo unifamiliar o bifamiliar.

En conjuntos habitacionales, un estacionamiento por cada dos unidades de hasta 120 m<sup>2</sup>. en total y un puesto adicional por cada fracción de 120 m<sup>2</sup>. en exceso.

Un puesto de estacionamiento por cada dos unidades de vivienda, cuando éstas sean tipo suite. Un puesto de estacionamiento por cada tres unidades de vivienda en programas que demuestren ser de interés social siempre que el área de la unidad de vivienda no exceda a 80 m<sup>2</sup>.<sup>18</sup>

#### **Art. 88.- Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos.**

Las dimensiones y áreas mínimas requeridas para puestos de estacionamientos, se rigen según la forma de colocación de los mismos.<sup>19</sup> (*Tabla T01*)

<sup>16</sup> Ibidem: 362.

<sup>17</sup> Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo. Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca: 362.

<sup>18</sup> Ibidem: 362.

<sup>19</sup> Ibidem: 365.



UNIVERSIDAD DE CUENCA





### 5.3. COMPLEJO DE MULTIFAMILIARES DEL IESS DE LA CIUDAD DE CUENCA

#### 5.3.1. FICHA TÉCNICA

**Promotor:** Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

**Inicio de construcción:** 1969

**Finalización de construcción:** 1979

**Programa:** 119 departamentos, 36 locales comerciales, 84 parqueaderos residenciales, 12 parqueaderos de visitas, y 1 salón comunal.

**Altura:** 16,20 m.

**Número de pisos:** 5

**Superficie total:** 1,24 ha.

**Superficie construcción:** 1,49 ha.



18: Complejo de Multifamiliares del IESS, estado actual. Intersección de la Avenida Fray Vicente Solano y la Calle Daniel Córdova.



### 5.3.2. EMPLAZAMIENTO

“Cuenca ubicada en el centro sur del Ecuador en la parte meridional de la Cordillera Andina Ecuatoriana en un valle a 2550 m.s.n.m.”<sup>20</sup> Presenta una temperatura variable entre 7 a 15 °C. en invierno y 12 a 25 °C. en verano, podría decirse que goza de un clima primaveral a lo largo de todo el año.

“Topográficamente Cuenca se divide en tres terrazas con el río Tomebamba demarcando la división entre dos de ellas: el Centro Histórico y la parte moderna de la ciudad. El casco urbano con una superficie de 72 kilómetros cuadrados aproximadamente está atravesado en varios sectores por los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara”.<sup>21</sup> (Imagen 22)

El edificio se encuentra emplazado en la intersección de las avenidas Fray Vicente Solano y 12 de abril, en la zona de El Ejido, el lote de proporción cuadrangular ocupa la manzana completa limitada por las calles Daniel Córdova y Benjamín de la Cadena. Su ubicación es estratégica debido a que se encuentra rodeada de equipamientos educativos, comerciales, institucionales, recreativos, etc., lo cual se constituye en un beneficio para sus residentes y constituye el ejemplo de mayor relevancia de todos los



19



20



21

<sup>20</sup> Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 101.

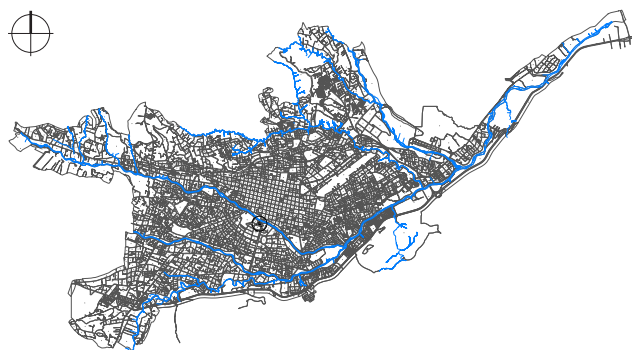
<sup>21</sup> Ibidem.

19: Mapa del mundo, ubicación de Ecuador.

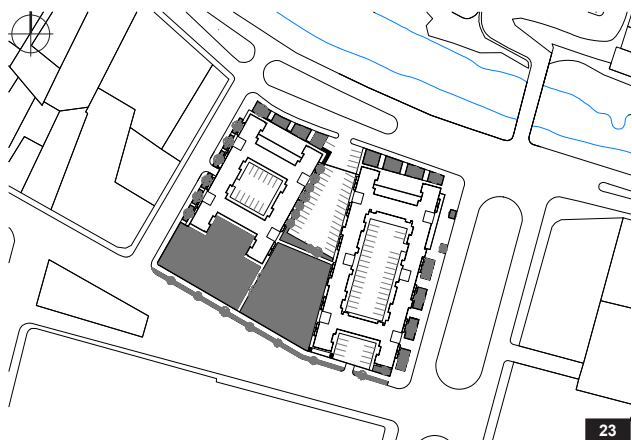
20: Mapa de Sudamérica, ubicación de Ecuador y Azuay.

21: Mapa de Ecuador, Azuay, ubicación de Cuenca, Complejo de Multifamiliares del IEES.





22



23

22: Emplazamiento del Complejo de Multifamiliares del IESS en la ciudad de Cuenca.  
23: Emplazamiento actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Sin escala.



24

24: Emplazamiento actual del Complejo de Multifamiliares del IESS en la ciudad de Cuenca.



proyectos ejecutados de cercanía a puntos de concurrencia masiva permite que sus alrededores sean recorridos constantemente. (Imagen 23, 24)

El proyecto está formado por dos bloques compuestos en forma de H, alineados a las vías circundantes, consiguiendo un soleamiento adecuado a lo largo del año en la mayoría de sus departamentos, en los espacios internos de las H, se desarrollan los parqueaderos y hacia el exterior se generan áreas verdes que tratan de relacionar los bloques con el entorno.

El flujo vehicular y peatonal es bastante elevado debido a los diferentes recorridos de transporte público y equipamientos que se pueden encontrar en la zona como: entidades bancarias, equipamientos educativos como la Universidad de Cuenca, el Colegio Benigno Malo, equipamientos recreativos como el Parque de la Madre, entre otros.

La ubicación del complejo es la siguiente:

**Latitud:** 02° 54' 08.58" S.  
**Longitud:** 79° 00' 24.54" O.  
**Altura:** 2531 m.s.n.m.

### 5.3.3. HISTORIA

Debido a la carencia de vivienda en el Ecuador, principalmente en los centros urbanos, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad

Social ha visto la necesidad desde sus inicios de dar a sus afiliados la oportunidad de obtener su vivienda, mediante préstamos hipotecarios dentro de los requisitos establecidos en los reglamentos, los cuales se han modificado paulatinamente a través de los años de acuerdo al número de afiliados y a las disponibilidades económicas de la institución.

“Los préstamos hipotecarios que se conceden a los afiliados están destinados exclusivamente a la adquisición, construcción o ampliación de vivienda”.<sup>22</sup>

Dentro de la construcción de viviendas para los afiliados, el IESS ha realizado viviendas de diversos tipos, emplazadas en diferentes sectores del país y de un variado nivel económico.

En principio, por el menor número de afiliados que estaban al alcance de este beneficio, se implantó la construcción de vivienda unifamiliar exclusivamente, pero en los últimos años, debido al incremento desproporcionado del déficit de la vivienda, el IESS se ha visto en la necesidad de entrar en la construcción Multifamiliar, con óptimos resultados.

Ha sido preocupación de la institución el no concentrar sus programas habitaciona-

<sup>22</sup> Cubillo, Guillermo. *Introducción y reconocimiento del rol del Arquitecto en el medio*. Revista Trama 07 - 08. Quito, 1979.



25: Aerofotografía de Cuenca, 1960.

26: Aerofotografía de Cuenca, 1970.



les en un determinado sector urbano de la ciudad, sino más bien dispersarlos por diferentes sectores, con el fin de lograr una mejor adaptación a la conformación que tiene la ciudad, y pensando también en las diferentes necesidades y preferencias de sus afiliados.

“La obra fue financiada y construida por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) en la década de los años setenta como parte de los proyectos de vivienda que impulsaba el gobierno ecuatoriano con el fin de solventar el grave déficit habitacional de la época”.<sup>23</sup>

El Complejo de Multifamiliares del IESS en Cuenca, fue construido por etapas comprendidas entre los años de 1969 y 1979, conjuntamente con soluciones habitacionales como Las Acacias I, II, III y complejos multifamiliares del IESS en la ciudad de Guayaquil, se posiciona como la primera muestra de esta tipología de vivienda multifamiliar en nuestra ciudad.

En un principio el conjunto habitacional fue motivo de polémica en la sociedad cuencana, ya que para su construcción se derribó una casa histórica de arquitectura tradicional, donde funcionaba el restaurante “Mamá Guada”. (Imágenes 27, 28)



27: Casa donde fundionaba el restaurante “Mamá Guada”.

28: Inicio de construcción de los primeros bloques del Complejo de Multifamiliares del IESS en Cuenca.



29: Fotografía aérea del Complejo de Multifamiliares del IESS.

<sup>23</sup> Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 104.



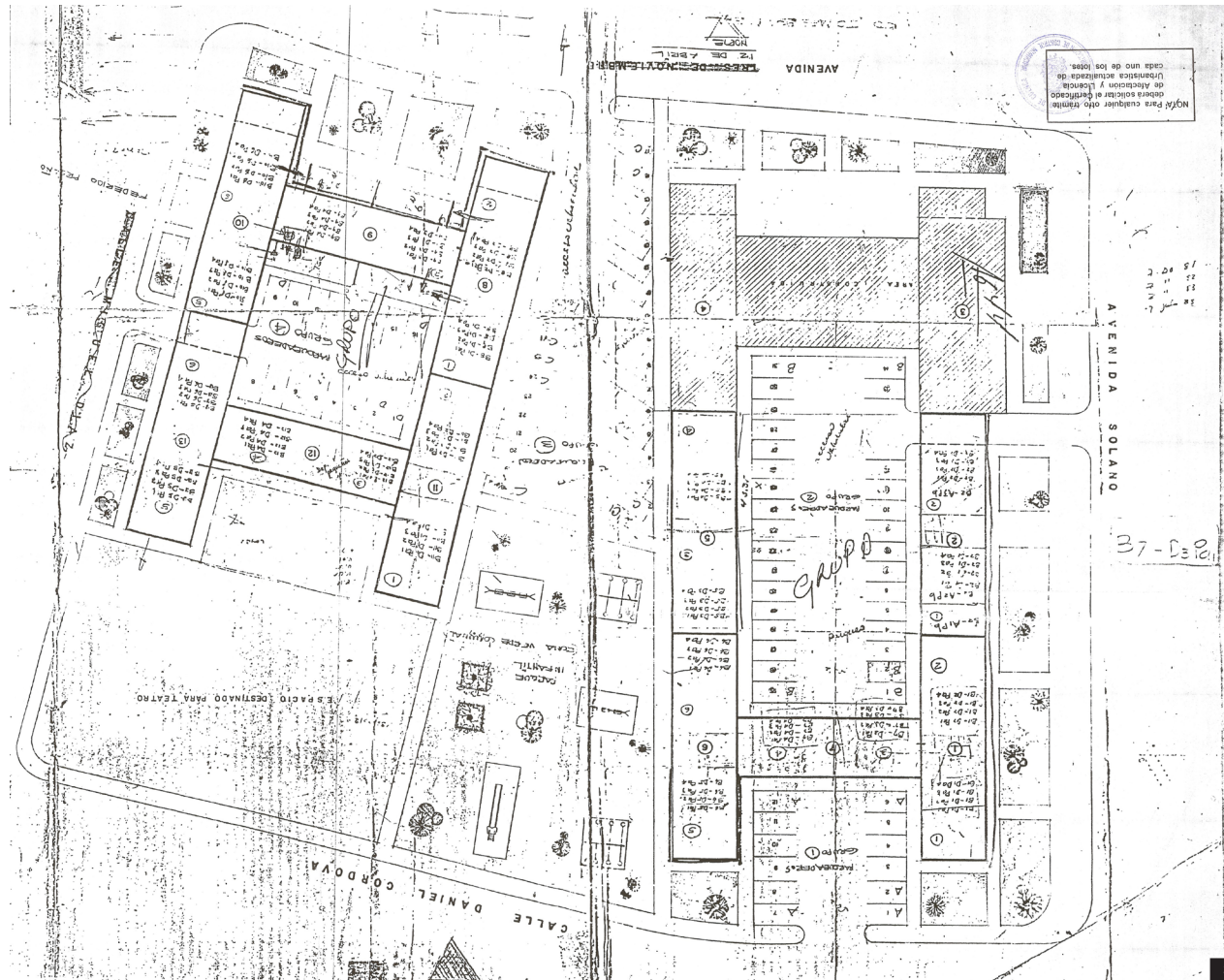
Este programa habitacional fue concebido para personas con bajos ingresos económicos, sin embargo, fue ocupado en su mayoría por familias pertenecientes a la clase media de la ciudad, quienes gracias al financiamiento público adquirieron con cierta rapidez los departamentos y comercios ofertados.

“Los Multifamiliares del IESS en la ciudad de Cuenca en el ámbito mencionado han sido aceptados por la ciudadanía en general; ubicado en un área de importancia a nivel local, ya se hace mención de ellos en el Plan Especial de Urbanismo en El Ejido, diciendo que se trata de un hito incluido en un listado junto a otros objetos de interés arquitectónico como el Estadio Alejandro Serrano Aguilar, el Colegio Benigno Malo, la Iglesia de El Vergel, el Hospital Militar y otros elementos urbanos importantes”.<sup>24</sup> (Imagen 29)

#### 5.3.4. TIPO DE AGRUPACIÓN

El complejo presenta un tipo de agrupación de barras adosadas, utilizando la manzana completa. (Imagen 30, 31)

El proyecto está conformado por dos bloques compuestos, cada uno se estructura con dos bloques paralelos se unen a través de dos bloques perpendiculares para formar



30

<sup>24</sup> Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 104

30: Plano original del Complejo del Multifamiliares del IESS.



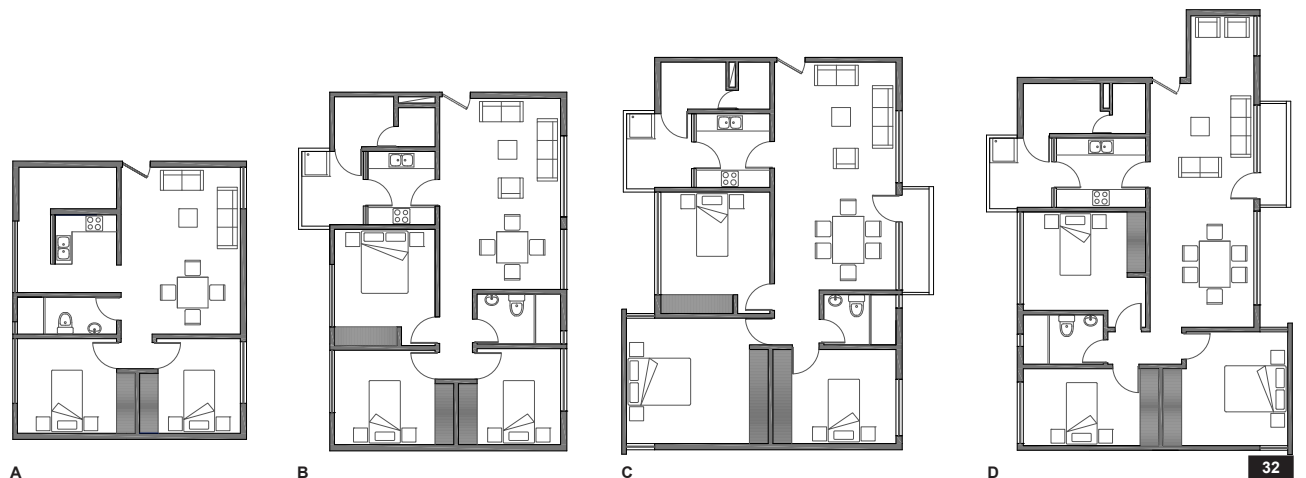
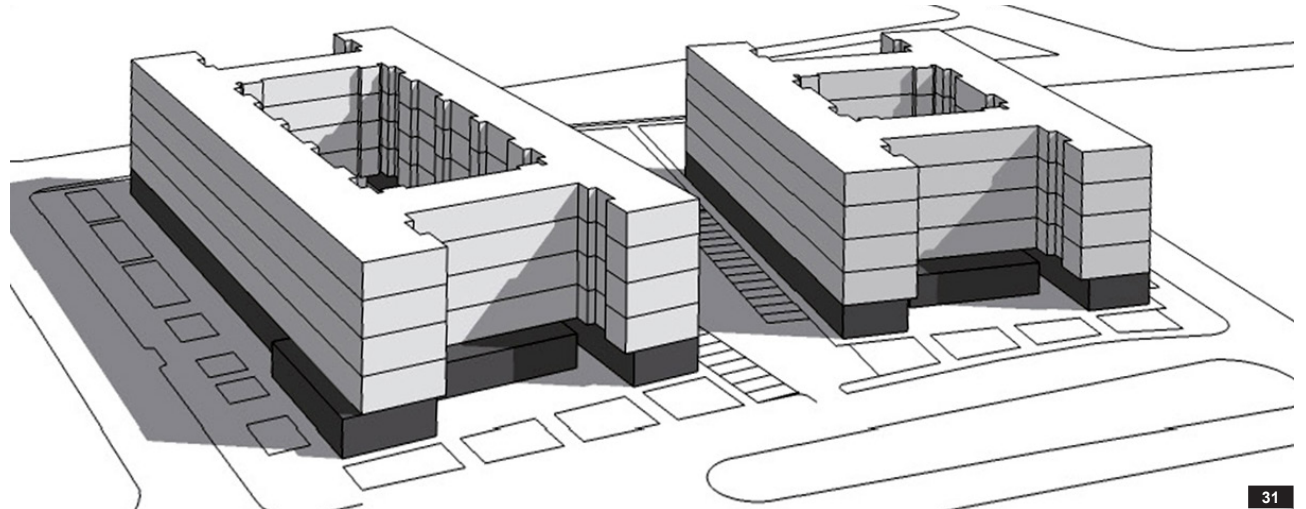
una especie de letra “H”; conformándose al interior espacios abiertos “patios” que son utilizados como parqueaderos.<sup>25</sup>

Hacia el exterior y por la disposición de los bloques se generan nuevos espacios (áreas verdes, patios, espacios comunitarios, etc.) que permiten relacionar los bloques entre sí y con el entorno exterior, por lo que el complejo se adapta a la geometría de las vías y consigue una correcta orientación.<sup>26</sup>

### 5.3.5. PROGRAMA

El edificio original actualmente tiene 5 plantas con una altura 16,20 m., las residencias se desarrollan en 10 bloques, que albergan a 119 departamentos, los cuales son de 2 y 3 dormitorios, variando su área, contando con cuatro tipologías: el tipo A con 69 m<sup>2</sup>., el tipo B con 89 m<sup>2</sup>., tipo C con 106 m<sup>2</sup>. y el tipo D con 112 m<sup>2</sup>. (Imagen 32)

En la planta baja hay 7 departamentos, 1 salón comunal, 36 locales comerciales de usos variados, 84 parqueaderos que se desarrollan al interior de los bloques, 12 parqueaderos de visitas que por el momento no es un servicio que les brinda el complejo habitacional a sus residentes, debido a que son arrendados a los propietarios de los



<sup>25</sup> Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011: 596.

<sup>26</sup> *Ibidem*.

31: Volumetría del Complejo de Multifamiliares. Tipo de agrupación.

32: Tipologías de departamentos: tipo A con 69 m<sup>2</sup>., tipo B con 89 m<sup>2</sup>., tipo C con 106 m<sup>2</sup>. y tipo D con 112 m<sup>2</sup>. Sin escala.



locales comerciales para generar ingresos para el mantenimiento del edificio.

Todos los bloques tienen ductos destinados para ascensores, sin embargo, solo dos cuentan con este servicio. Además, cada bloque cuenta con ductos de basura, pero no son utilizados. En resumen, el programa del complejo de Multifamiliares es el siguiente:

- **Bloques:** 10
- **Locales Comerciales:** 36
- **Salón Comunal:** 1
- **Ascensores:** 2
- **Departamentos:** 119
- **Parqueaderos residentes:** 84
- **Parqueaderos visitas:** 12

### 5.3.6. COMPOSICIÓN FAMILIAR

Aproximadamente 4 miembros por residencia, con un total de 119 familias.

### 5.3.7. GRUPO SOCIAL

En su mayoría personas de la tercera edad con sus respectivas familias, las personas tienen un nivel económico medio o medio alto.

### 5.3.8. EQUIPAMIENTOS Y SERVICIOS

El complejo está en relación directa con equipamientos de diferente clase para sa-



33: Fachada este del Complejo, intersección de la avenida Fray Vicente Solano y la calle Daniel Córdova. Locales comerciales en planta baja.

34: Fachada norte del Complejo, intersección de la avenida 12 de Abril y la calle Benjamín de la Cadena. Locales comerciales en planta baja.



35: Fotografía aérea actual del Complejo de Multifamiliares del IESS en la ciudad de Cuenca, con equipamientos aledaños.



tisfacer las necesidades de los residentes, tales como: establecimientos educativos, de finanzas, de salud, deportivos, recreativos, religiosos, entre otros. (Imagen 35)

### 5.3.9. INFRAESTRUCTURA

#### - INFRAESTRUCTURA EN EL AÑO 1979

Agua potable, drenaje y alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, servicio telefónico, pavimentación.

#### - INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Agua potable, drenaje y alcantarillado, energía eléctrica, alumbrado público, servicio telefónico, pavimentación, recolección de basura, internet, TV por cable o satelital.

### 5.3.10. USOS

- **Uso original:** Vivienda, locales comerciales y oficinas.

- **Uso actual:** Vivienda, locales comerciales y oficinas.

Se realiza una distinción entre los principales usos localizados en el complejo:

- **Vivienda:** 53,60 %
- **Comercio:** 4,45 %
- **Equipamiento:** 1,11 %
- **Vialidad:** 13,13 %
- **Servicios:** 3,30 %



36: Fotografía aérea actual del Complejo de Multifamiliares del IESS en la ciudad de Cuenca.





- **Espacios libres y áreas verdes:** 24,41 %

Los siguientes usos puede albergar el complejo:

- **Uso principal:** Vivienda.
- **Usos complementarios:** Equipamiento comunitario, comercio cotidiano, servicios personales.
- **Usos compatibles:** Comercio ocasional, comercio en general, servicios financieros, servicios de alimentación, servicios profesionales.

### 5.3.11. DENSIDAD

En la actual Ordenanza se plantean indicadores referentes a la densidad de la vivienda, para el Sector de Planeamiento S - 01, estableciendo que para edificaciones de 1 - 2 pisos la densidad neta de vivienda será de 20 - 60 viv./ha., mientras que para edificaciones de 3 - 7 pisos la densidad será igual o mayor a 40 viv./ha.<sup>27</sup>

El complejo cuenta con 96 viv./ha. y con 403 hab./ha., y en cuanto a las áreas del complejo tenemos:

- **Área del lote:** 1,24 ha.
- **Área construida:** 1,49 ha.



<sup>27</sup> Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011: 598.

37: Vestíbulo de acceso a cada bloque de residencias.

38: Vestíbulo de acceso a cada residencia.

39: Parquet para recubrimiento de pisos(izquierda), cielo raso (derecha).

40: Carpintería de hierro y vidrio, balcones de hormigón y hierro.



- **Ocupación:** 23,06 %
- **Edificabilidad:** 1,20 %
- **Área libre:** 49,60 % (*Imagen 36*)

### 5.3.12. OCUPACIÓN DEL SUELO

La Ordenanza que sanciona El Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca; establece para el Sector de Planeamiento S-01 las siguientes determinantes para el Uso y Ocupación del Suelo: la altura de la edificación variará de 1 - 7 pisos; el tamaño mínimo de los lotes estará en el rango de los 300 - 900 m<sup>2</sup>.; el tipo de implantación será aislada con retiro frontal.<sup>28</sup>

### 5.3.13. MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La estructura del complejo multifamiliar es de hormigón armado, además se utiliza mampostería de ladrillo, enlucida y con pintura. La cubierta tiene un terminado llano de hormigón, sin ningún tipo de impermeabilizante lo que ha generado filtraciones de agua a los departamentos y vestíbulos de los últimos pisos; en algunos bloques la losa de cubierta se encuentra recubierta con baldosa.

En cuanto a los recubrimientos de pisos en las zonas de circulación como pasillos,



<sup>28</sup> Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011: 597.

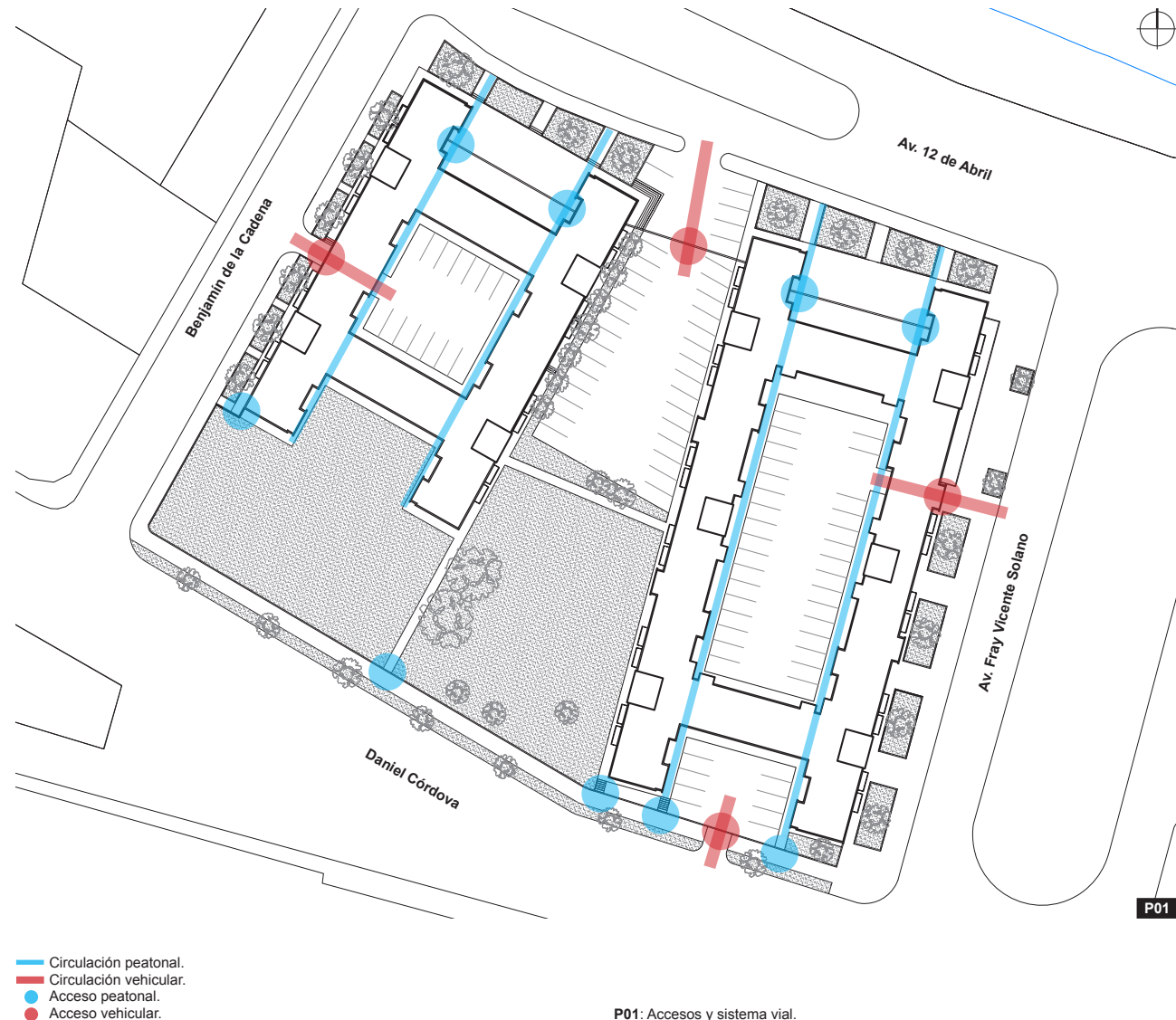


vestíbulos y escaleras, encontramos cerámica y mármol. Los recubrimientos de pisos en los departamentos en las zonas de sala, comedor y dormitorios son de parquet; en la zona de cocina, baños y lavandería los terminados son de cerámica. (Imágenes 37, 38, 39)

Las ventanas son de hierro de color negro selladas con masilla, tienen ventoleras en la parte superior que facilitan la ventilación de los diferentes espacios. El vidrio que se utilizó es claro y con un espesor de 4 mm. (Imagen 40)

Las puertas de ingreso a cada bloque son de acero, las puertas para ingresar a cada departamento, al igual que las puertas internas son de madera contrachapada y las puertas que dan hacia balcones y lavandería son de hierro y vidrio. Los balcones son de hormigón en las partes frontales y en las partes laterales son de balaustrada de hierro. En resumen:

- **Estructura:** Hormigón armado.
- **Entrepisos:** Losa maciza de hormigón armado.
- **Cubierta:** Losa maciza de hormigón recubierta con baldosa.
- **Paredes:** Mampostería de ladrillo enlucidas y pintadas.
- **Pisos:** Recubiertos de parquet y baldosa.
- **Escaleras:** Mármol.



P01: Accesos y sistema vial.



- **Balcones:** Hormigón y hierro.
- **Puertas:** Madera
- **Ventanas:** Carpintería de hierro y vidrio de 4 mm.
- **Closets:** Madera.

#### 5.3.14. CONECTIVIDAD Y ACCESIBILIDAD

La ubicación estratégica en la que se encuentra el complejo de Multifamiliares del IESS, permite que exista una fácil accesibilidad al conjunto, desde diferentes puntos de la ciudad, al Norte con el Centro Histórico a través de la calle Benigno Malo, al Sur la Av. Fray Vicente Solano que atraviesa todo el sector de El Ejido y de Este a Oeste de la ciudad con la Av. 12 de Abril; toda esta interconexión vial permite un rápido desplazamiento desde el Conjunto de Vivienda a la ciudad y viceversa. Por su cercanía al centro administrativo y comercial de la ciudad, los desplazamientos los realizan a pie en su gran mayoría, otro medio para movilizarse es el transporte público con intervalos de tiempo comprendidos entre 1 a 3 minutos, los recorridos de los buses se realizan principalmente por las Avenidas Solano y 12 de Abril.<sup>29</sup> (Imagen 41, 42)



<sup>29</sup> Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011.



### 5.3.15. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO

#### a. ACCESOS

Originalmente el proyecto fue diseñado sin cerramiento pero por factores de seguridad en el 2008 el complejo fue cerrado con acceso solo a residentes. Actualmente el complejo cuenta con 9 accesos peatonales y 4 accesos vehiculares. (*Plano P01*)

#### b. SISTEMA VIAL Y MOVILIDAD

En el complejo cuatro vías permiten la conexión hacia los parqueaderos sin atravesar el lote ni conectar los volúmenes entre sí. Se destacan las conexiones con el entorno a través de pasos libres que se definieron en el proyecto original y que se han mantenido. La integración con el contexto exterior se realiza eficientemente sin barreras que impidan la circulación peatonal entre bloques y hacia el exterior.

#### c. PAISAJES Y ÁREAS VERDES

El área verde se concentra en la esquina de las calles Daniel Córdova y Benjamín de la Cadena. No existe zonas verdes en el interior de los bloques de residencias.

#### d. EQUIPAMIENTOS

Actualmente existe una cancha de fútbol (sin un uso definido exactamente) y juegos

infantiles en mal estado. Se complementa con los locales comerciales hacia las vías principales y una sala comunal que no se la utiliza en ningún momento.

#### e. PARQUEADEROS

Las zonas de parqueo ubicadas al interior de cada bloque sumadas a las del exterior de los bloques no satisfacen las necesidades de los residentes pues no todos los departamentos cuentan con una zona de parqueo propia para su vehículo y tampoco existen plazas de parqueo para visitas. En este sentido el suelo destinado para los parqueaderos es insuficiente a pesar de que ocupa el 19 % del área total, es decir, 2317 m<sup>2</sup>., existe 25 m<sup>2</sup>. por parqueadero (93 en total) incluyendo el área de circulación. (*Imagen 43*)

#### f. VISUALES

La conformación natural de la ciudad en cuanto a los diferentes niveles que presenta, actúa como factor determinante en el manejo de la escala de los bloques del proyecto. El proyecto está ubicado en la terraza más baja junto a la del Centro Histórico y delimitado por el río Tomebamba, con una altura y proporción de bloques adecuada para el contexto en el que está emplazado. De alguna manera se ve disminuido visualmente por la vegetación existente en el contexto inmediato y por su propia morfología en for-



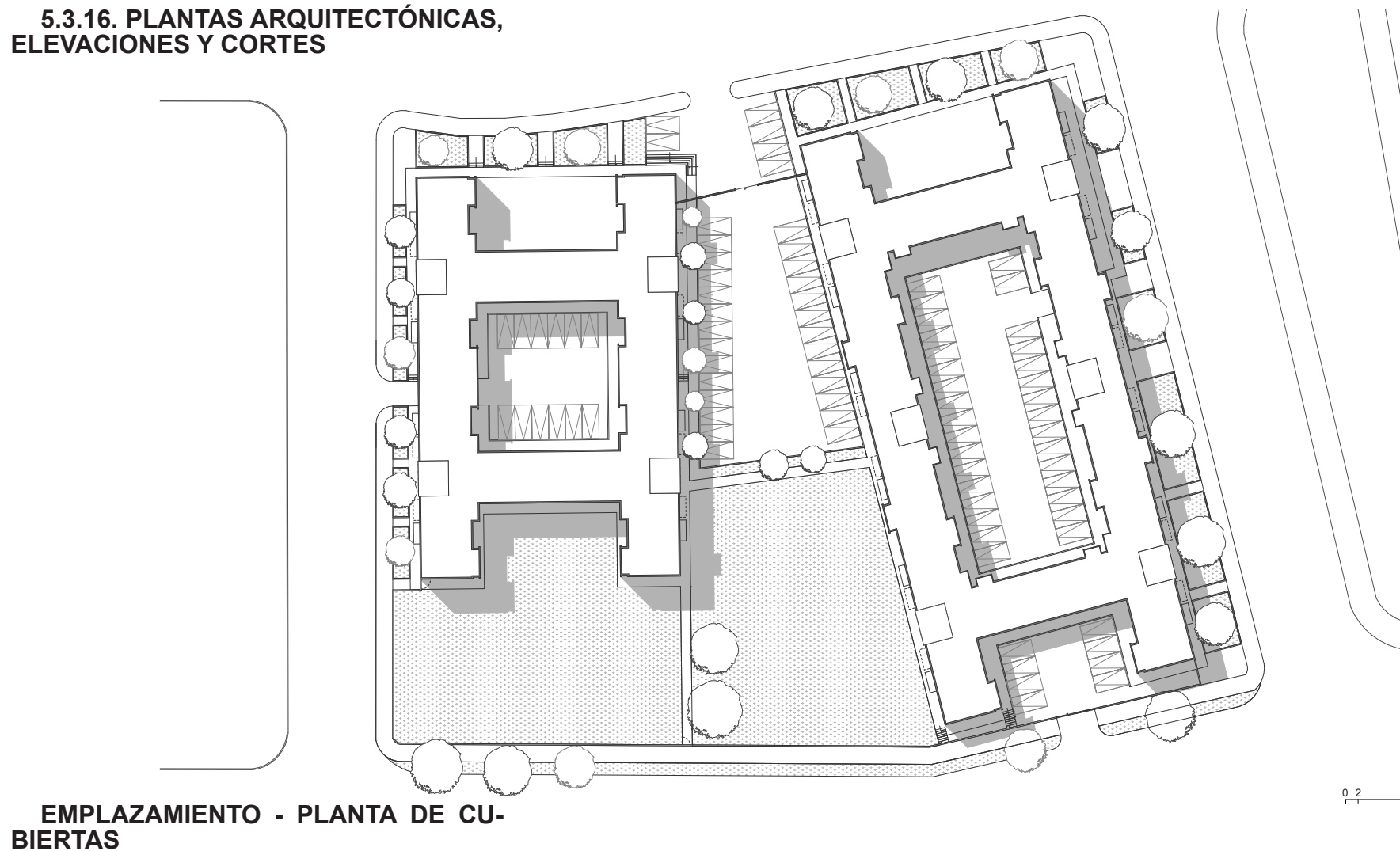


ma de H, que genera entrantes y que al observar el proyecto en perspectiva, aliviana la lectura visual del mismo.

Desde el interior, las visuales producidas la orientación de los bloques y las conexiones transversales genera que los recorridos interiores terminen visualmente en la arquitectura destacada del Barranco y del Colegio Benigno Malo, existiendo una integración visual entre el tejido urbano, las zonas verdes, las construcciones tradicionales y el proyecto. (*Imagen 44*)



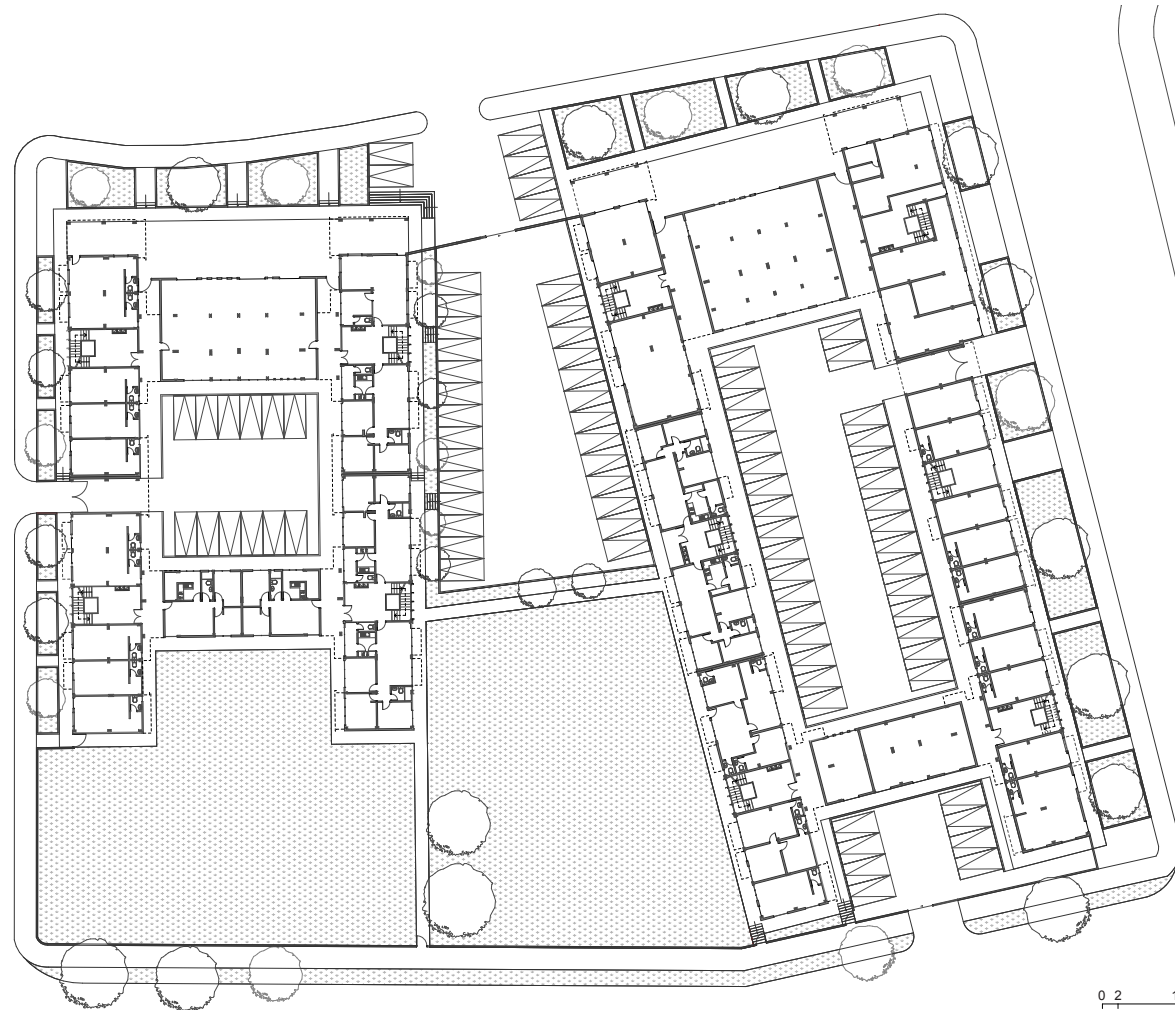
### 5.3.16. PLANTAS ARQUITECTÓNICAS, ELEVACIONES Y CORTES



### EMPLAZAMIENTO - PLANTA DE CU- BIERTAS

P02: Emplazamiento y planta de cubiertas (estado actual).

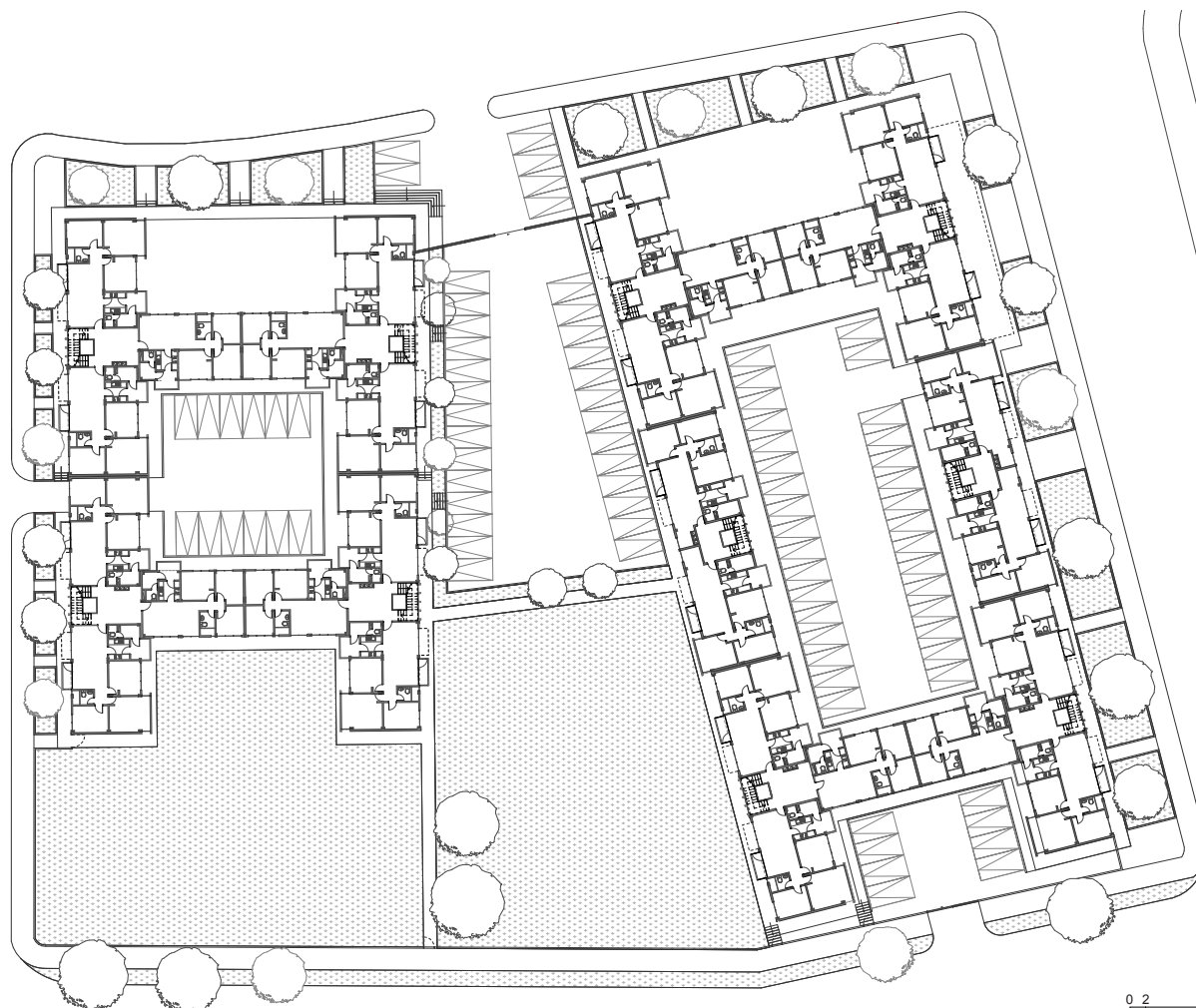
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



## PLANTA BAJA

P03

P03: Planta baja (estado actual).



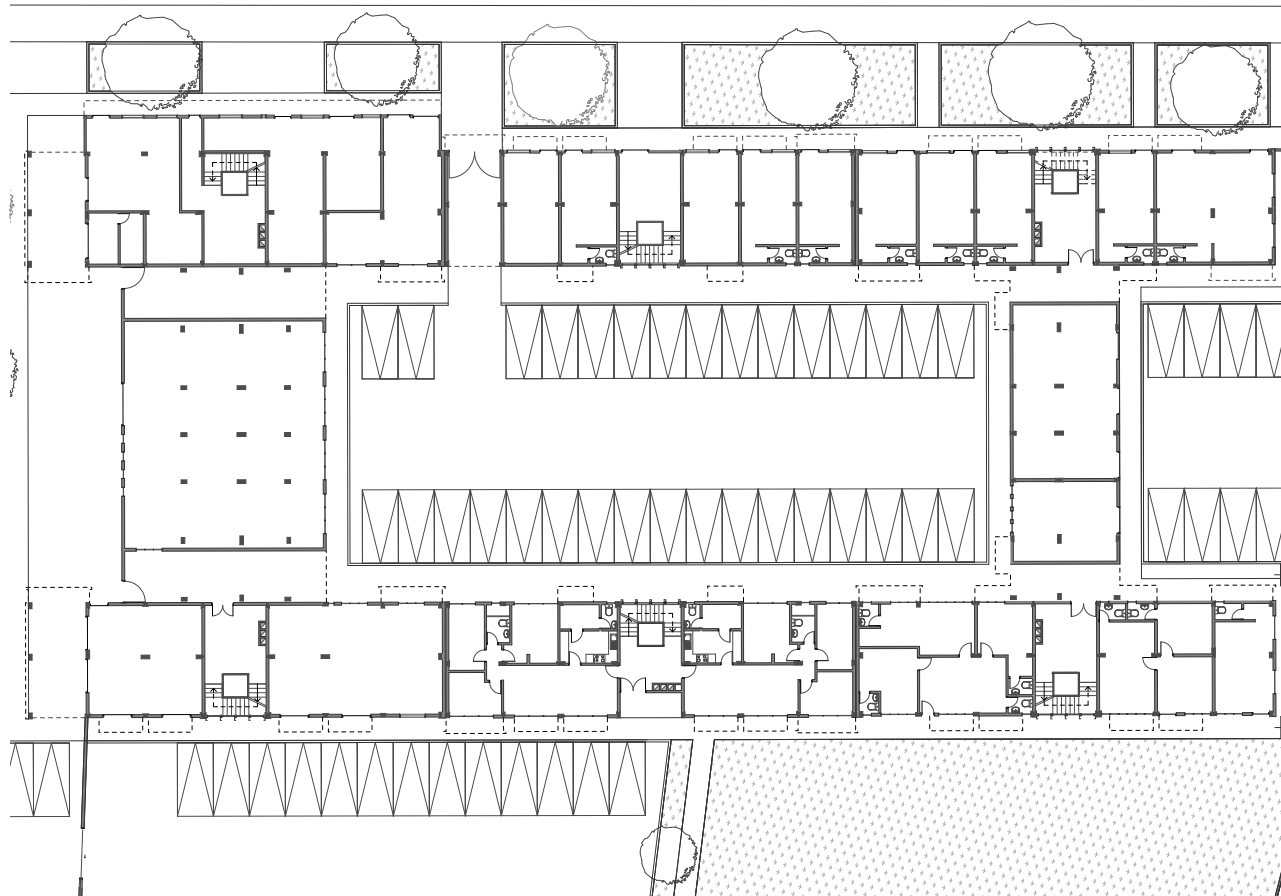
0 2 10

P04

## PLANTA TIPO

P04: Planta tipo (estado actual).

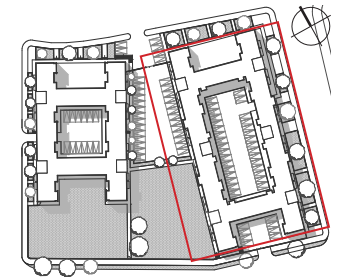
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



## PLANTA BAJA- BLOQUE A

0 2 10 P05

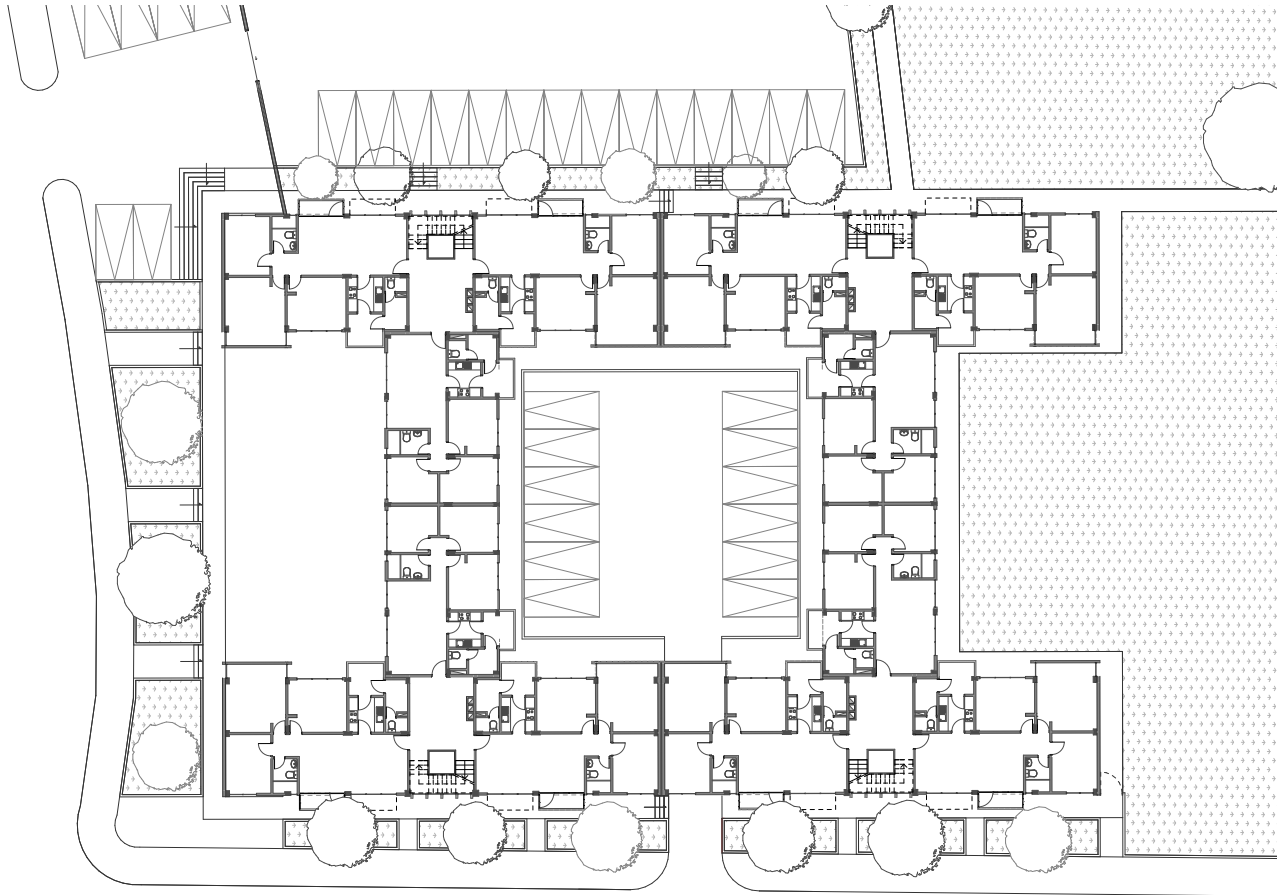
P05: Planta baja, Bloque A (estado actual).



P06

P06: Emplazamiento (ubicación del bloque A).



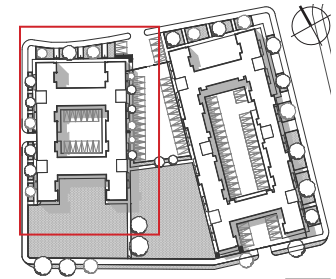


**PLANTA BAJA - BLOQUE B**

0 2 10

P07

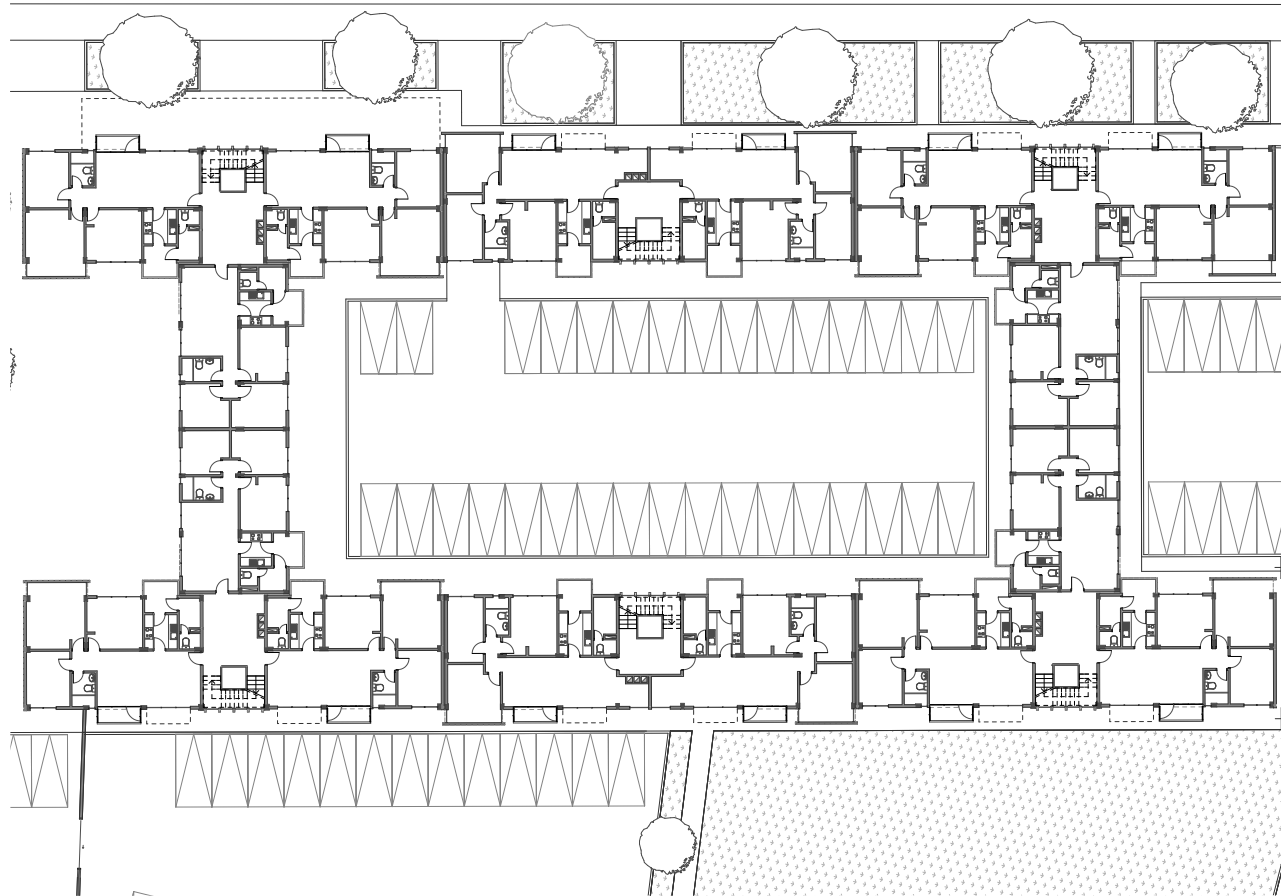
P07: Planta baja, Bloque B (estado actual).



P06

P06: Emplazamiento (ubicación del bloque B).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



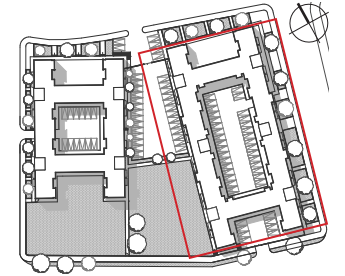
## PLANTA TIPO - BLOQUE A

0 2 10

P08

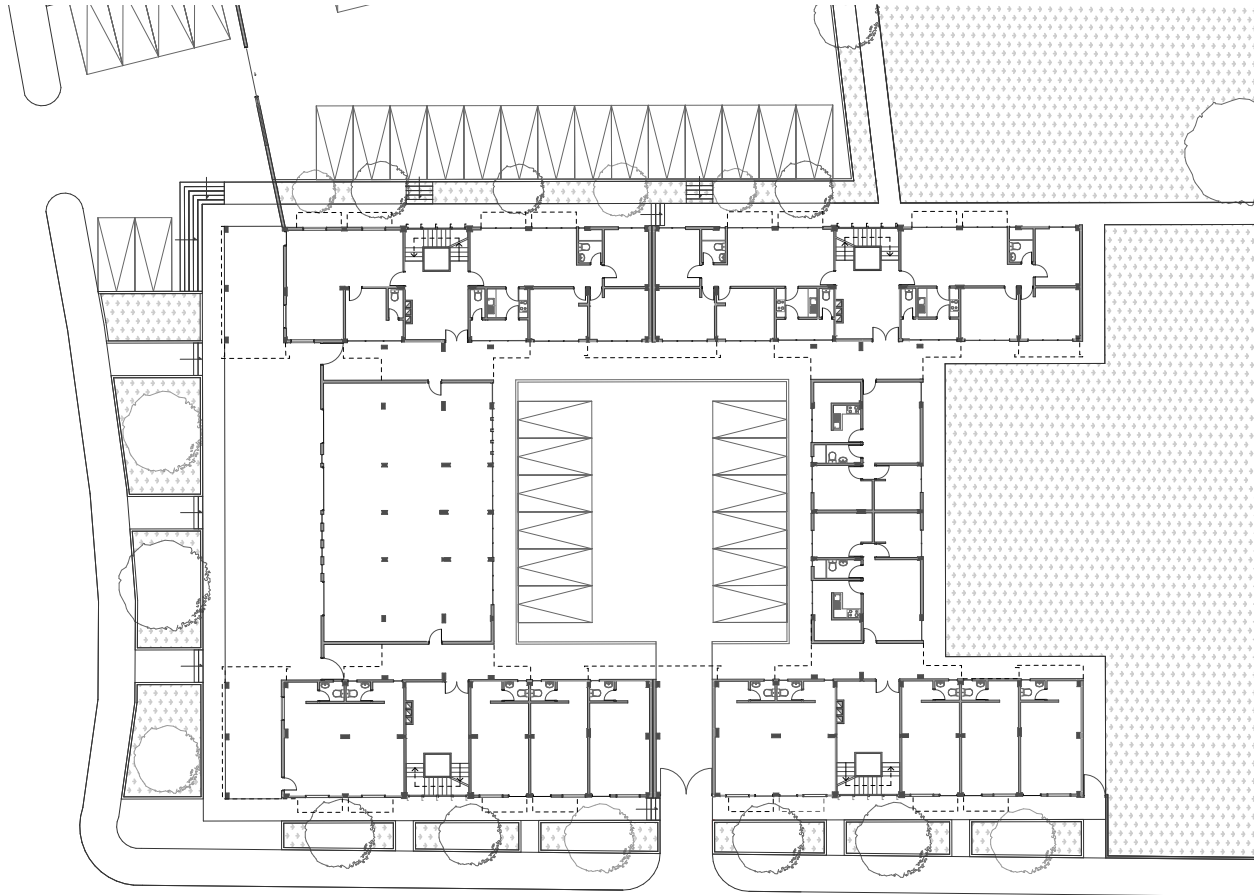
P08: Planta tipo, Bloque B (estado actual).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



P06

P06: Emplazamiento (ubicación del bloque A).

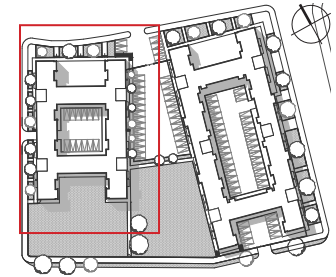


0 2 10

P09

## PLANTA TIPO - BLOQUE B

P09: Planta tipo, Bloque B (estado actual).



P06

P06: Emplazamiento (ubicación del bloque B).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



FACHADA ESTE

0 2 10

F01



FACHADA NORTE

0 2 10

F02

F01: Fachada Este (estado actual).  
F02: Fachada Norte (estado actual).



FACHADA OESTE

0 2 10

F03



FACHADA SUR

0 2 10

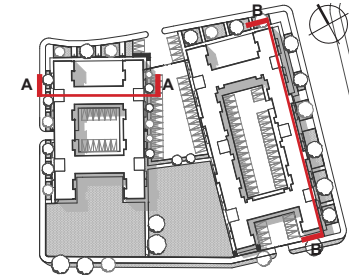
F04

F03: Fachada Oeste (estado actual).

F04: Fachada Sur (estado actual).

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



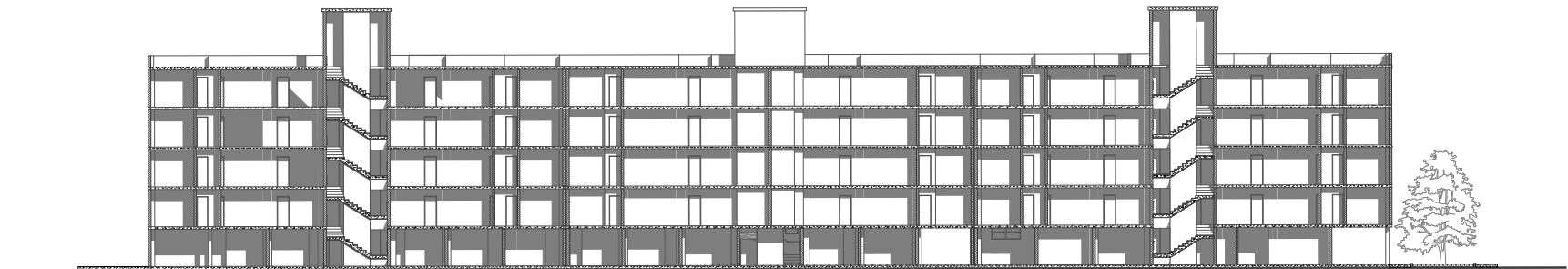


P06

CORTE A - A

0 2 10

C01



CORTE B - B

0 2 10

C02

C01: Corte A - A (estado actual).  
C02: Corte B - B (estado actual).  
P06: Emplazamiento (ubicación del corte A-A y corte B-B).



### 5.3.17. DEPARTAMENTOS

Como se indicó en el programa, el complejo cuenta con 10 bloques, 119 departamentos con 2 y 3 dormitorios, presentando variaciones en su área total, de esta manera tenemos cuatro tipologías:

- El tipo A, con 69 m<sup>2</sup>.
- El tipo A, con 89 m<sup>2</sup>.
- El tipo B, con 106 m<sup>2</sup>.
- El tipo C, con 112 m<sup>2</sup>. (*Plantas P10, P11, P12, P13*)

Al inicio de este capítulo se realizó una breve introducción con la normativa actual de la ciudad de Cuenca en lo que se refiere a las dimensiones de los espacios habitables, de tal manera que en esta parte nos corresponde verificar si las dimensiones de cada uno de los espacios de las residencias cumplen con la normativa vigente.

Para el caso del departamento tipo A y del tipo B, cada uno de los espacios cumplen con las dimensiones de los espacios habitables de la normativa actual, excepto el dormitorio de servicio y su baño.

Para el caso del departamento tipo C, cada uno de los espacios cumplen con las dimensiones de los espacios habitables de la normativa actual, excepto el dormitorio de servicio y su baño, además de un dormitorio que tiene una medida lateral de 2,50 m.,

mientras que las normativa establece que el lado menor debe ser de 2,70 m., para que un dormitorio sea considerado como un espacio habitable.

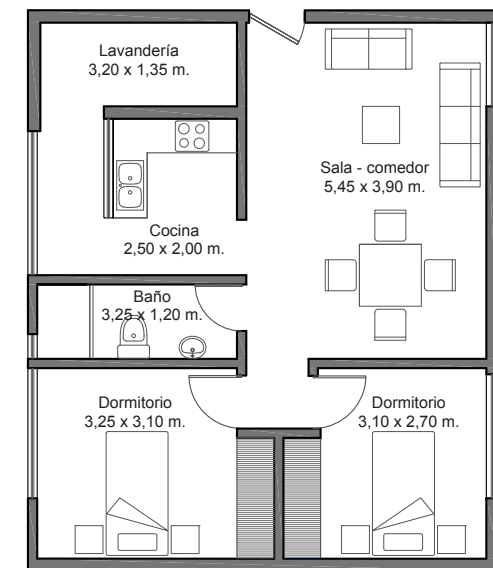
Es importante indicar que al dormitorio de servicio y su baño, no se los utiliza con este uso específico, ya que los residentes emplearon estos espacios para ampliar la cocina o como una habitación destinada a bodega, a despensa o a lavandería; además, en algunos casos abren el baño hacia la zona de la sala, generando de esta manera un baño social para el departamento. (*Imágenes 44, 45*)

Las estrategias de diseño para cumplir con las dimensiones de la normativa vigente en los espacios necesarios, se las propone en el momento de la propuesta de diseño.

### 5.3.18. VESTÍBULOS Y ESCALERAS

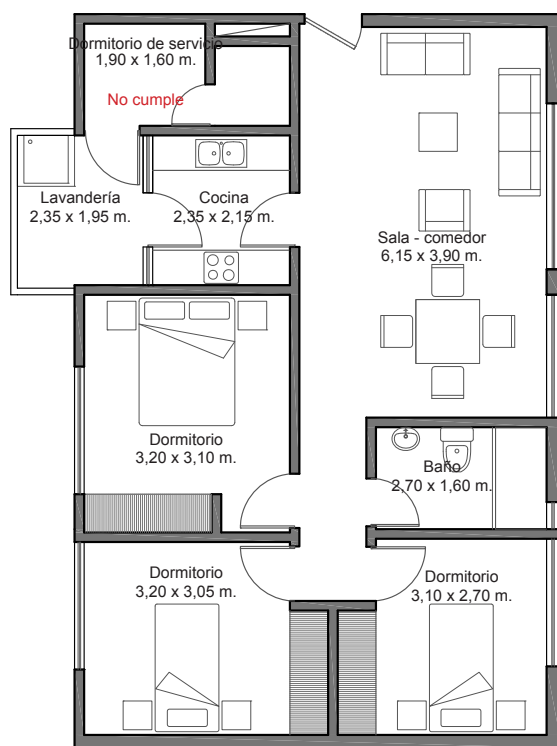
Los espacios comunes como vestíbulos y escaleras, podemos mencionar que los espacios cumplen con las dimensiones necesarias para este tipo de edificios de multifamiliares. Las escaleras tienen un ancho de 1,20 m., que es la sección indicada para la circulación de acuerdo a la normativa vigente y conecta a todos los niveles existentes en el complejo.

En cuanto al ascensor, existe la caja destinada para el mismo por cada bloque con



0 1 2 P10

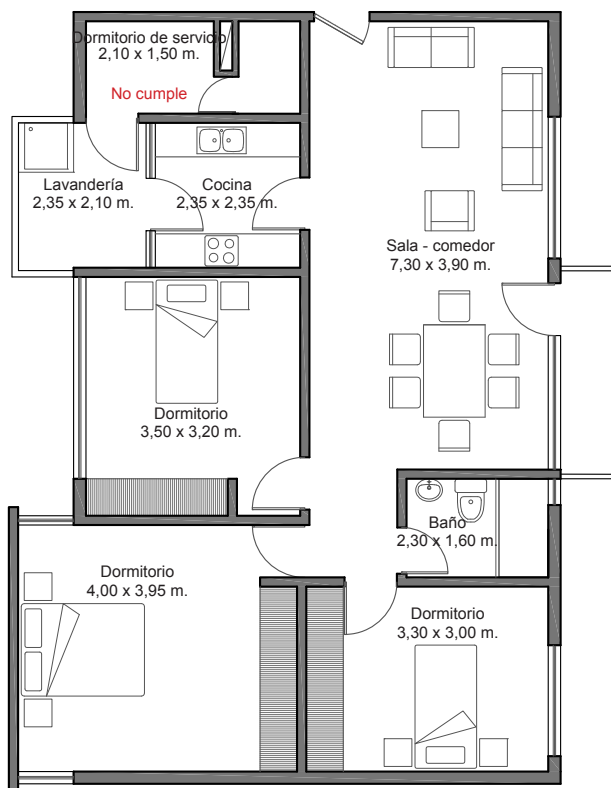
P10: Planta arquitectónica del departamento tipo A con 69 m<sup>2</sup>.



0 1 2 **P11**

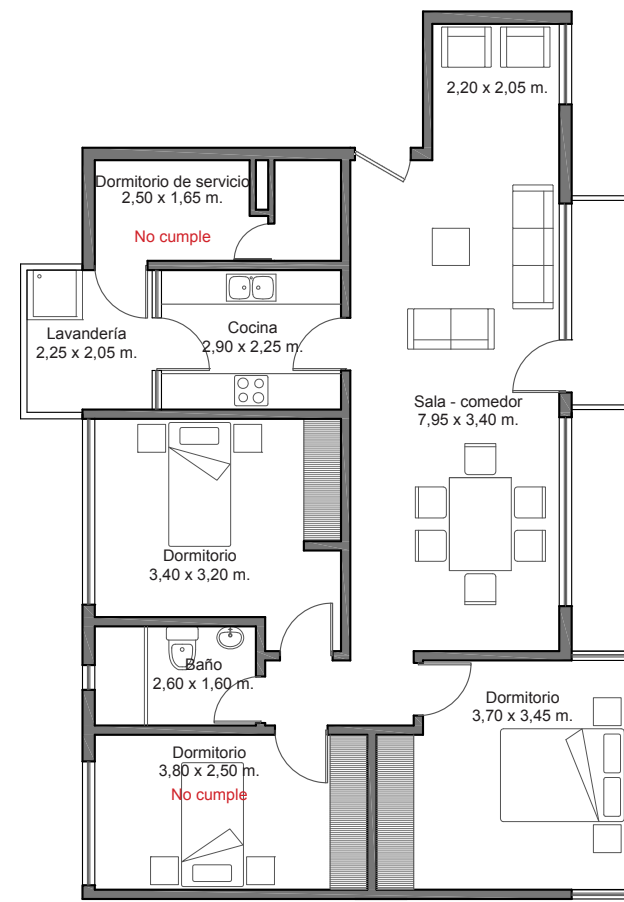
**P11:** Planta arquitectónica del departamento tipo B con 89 m<sup>2</sup>.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



0 1 2 **P12**

**P12:** Planta arquitectónica del departamento tipo C con 106 m<sup>2</sup>.



0 1 2 **P13**

**P13:** Planta arquitectónica del departamento tipo D con 112 m<sup>2</sup>.



**45, 46:** Interior de una de las residencias. Intervención por parte del dueño en la cocina, cuarto y baño de servicio, además el cambio de materiales en pisos y muebles fijos.



**47:** Interior de una de las residencias. Intervención por parte del dueño en la cocina, además el cambio de materiales en pisos y puertas.



**48:** Interior de una de las residencias. Intervención en la cocina, eliminación del cuarto y baño de servicio, cambio de materiales en el piso.





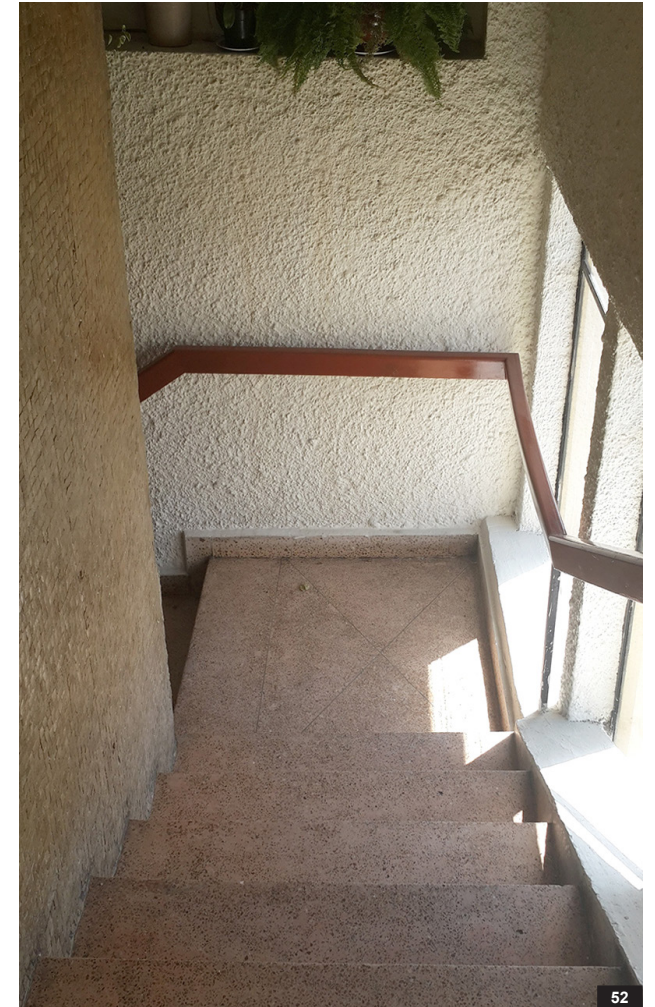
49



50



51



52

49: Vestíbulo y escaleras interiores de un bloque que cuenta con ascensor.

50: Vestíbulo interior de un bloque, durante el día es necesario encender las luminarias.

51: Escaleras y caja de ascensor.

52: Escaleras y caja de ascensor, con adecuada iluminación para este espacio de circulación.





un tamaño de 1,80 x 1,80 m., pero no ha sido utilizada porque no se ha implementado el mismo por la falta de recursos económicos, únicamente dos bloques cuentan con ascensor, pero un modelo muy antiguo y algo obsoleto. Actualmente la normativa establece que un edificio con este número de pisos y características debe contar con un ascensor. (*Imágenes 48, 49, 50, 51*)

Finalmente podemos mencionar que el complejo no cuenta con escaleras de emergencia, y de acuerdo a la normativa vigente, es un requisito para este tipo de edificios.

### 5.3.19. ENCUESTAS

Como un primer acercamiento al complejo de Multifamiliares del IESS, hemos visto la necesidad de elaborar dos encuestas que nos permitieron conocer de una manera general las condiciones de confort y habitabilidad en las que viven los residentes en sus departamentos y como se sienten en el complejo en general.

Se realizaron las dos encuestas a un 40 % de residentes de los Multifamiliares incluyendo los locales comerciales en la planta, con el objetivo de conocer de forma cualitativa el nivel de confortabilidad y habitabilidad que presentan en sus departamentos, además para conocer ciertas características y aspectos del complejo y de las residencias, así como las modificaciones que se

### MODELO DE FICHA DE CONFORTABILIDAD

#### UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

#### EDIFICIO DE MULTIFAMILIARES DEL IESS DE LA CIUDAD DE CUENCA

Encuesta cualitativa sobre el nivel de confortabilidad que brinda el edificio a sus residentes.

#### DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO

- Masculino ☐
- Femenino ☐
- Edad ☐

#### INFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO

- Bloque ☐
- Nro. planta (1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta) ☐
- Número de departamento ☐

#### PREGUNTAS

#### 1. ¿Cuál cree usted que es el nivel general de sensación térmica en su departamento?

- Muy caluroso ☐
- Caluroso ☐
- Ligeramente caluroso ☐
- Confort neutro ☐
- Ligeramente frío ☐
- Frío ☐
- Muy frío ☐

#### 2. ¿En qué meses del año siente más frío en su departamento?

- Enero ☐
- Febrero ☐
- Marzo ☐
- Abril ☐
- Mayo ☐
- Junio ☐
- Julio ☐
- Agosto ☐
- Septiembre ☐
- Octubre ☐
- Noviembre ☐
- Diciembre ☐

#### 3. ¿En qué meses del año siente más calor en su departamento?

- Enero ☐
- Febrero ☐
- Marzo ☐
- Abril ☐
- Mayo ☐
- Junio ☐
- Julio ☐
- Agosto ☐
- Septiembre ☐
- Octubre ☐
- Noviembre ☐
- Diciembre ☐

#### 4. En un día en general: ¿en qué horario u horarios siente más frío en su departamento?

- 5:00 - 7:00 ☐



- 7:00 - 9:00
- 9:00 - 11:00
- 11:00 - 13:00
- 13:00 - 15:00
- 15:00 - 17:00
- 17:00 - 19:00
- 19:00 - 21:00
- 21:00 - 23:00
- No permanece

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐

**5. En un día en general: ¿en qué horario u horarios siente más calor en el edificio?**

- 5:00 - 7:00
- 7:00 - 9:00
- 9:00 - 11:00
- 11:00 - 13:00
- 13:00 - 15:00
- 15:00 - 17:00
- 17:00 - 19:00
- 19:00 - 21:00
- 21:00 - 23:00
- No permanece

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐

**6. En un día en general: ¿de qué manera necesita usted vestirse para permanecer en el edificio?**

- Ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta y cuello abierto. ☐
- Ropa interior corta, traje típico de oficina, incluido chaleco. ☐
- Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana. ☐
- Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana, calzado grueso, abrigo

☐  
☐  
☐

pesado de lana, guantes y sombrero. ☐

**7. En un día con clima frío: ¿de qué manera necesita usted arroparse para permanecer en su departamento?**

- Ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta y cuello abierto. ☐
- Ropa interior corta, traje típico de oficina, incluido chaleco. ☐
- Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana. ☐
- Ropa interior larga, traje con chaleco de lana gruesa y calcetines de lana, calzado grueso, abrigo pesado de lana, guantes y sombrero. ☐

**8. ¿En qué espacios del departamento ha percibido exceso de calor al utilizar varios aparatos eléctricos simultáneamente?**

- Sala ☐
- Comedor ☐
- Sala, comedor ☐
- Cocina ☐
- Dormitorio (especifique: \_\_\_\_\_) ☐

**9. Describa: ¿cuál o cuales son los espacios que usted encuentra inconfortables térmicamente en su departamento? (mucho calor o mucho frío)**

- Sala ☐
- Comedor ☐
- Sala, comedor ☐
- Cocina ☐
- Dormitorio (especifique: \_\_\_\_\_) ☐

**10. En un día en general: ¿como considera la iluminación natural de los espacios de su departamento?**

**- Sala, comedor:**

- Muy mal iluminado
- Mal iluminado
- Ligeramente mal iluminado
- Iluminación normal
- Ligeramente bien iluminado
- Bien iluminado
- Muy bien iluminado

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐

**- Cocina:**

- Muy mal iluminado
- Mal iluminado
- Ligeramente mal iluminado
- Iluminación normal
- Ligeramente bien iluminado
- Bien iluminado
- Muy bien iluminado

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐

**- Dormitorios:**

- Muy mal iluminado
- Mal iluminado
- Ligeramente mal iluminado
- Iluminación normal
- Ligeramente bien iluminado
- Bien iluminado
- Muy bien iluminado

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐

**11. ¿Cómo considera la iluminación en los espacios comunes de su edificio?**

**- Escaleras:**

- Muy mal iluminado

☐



- Mal iluminado ☐
- Ligeramente mal iluminado ☐
- Iluminación normal ☐
- Ligeramente bien iluminado ☐
- Bien iluminado ☐
- Muy bien iluminado ☐

**- Vestíbulos:**

- Muy mal iluminado ☐
- Mal iluminado ☐
- Ligeramente mal iluminado ☐
- Iluminación normal ☐
- Ligeramente bien iluminado ☐
- Bien iluminado ☐
- Muy bien iluminado ☐

**- Pasillos:**

- Muy mal iluminado ☐
- Mal iluminado ☐
- Ligeramente mal iluminado ☐
- Iluminación normal ☐
- Ligeramente bien iluminado ☐
- Bien iluminado ☐
- Muy bien iluminado ☐

**- Parqueaderos:**

- Muy mal iluminado ☐
- Mal iluminado ☐
- Ligeramente mal iluminado ☐
- Iluminación normal ☐
- Ligeramente bien iluminado ☐
- Bien iluminado ☐
- Muy bien iluminado ☐

**12. ¿Cómo considera la ventilación en los espacios interiores de su departamento?**

**- Sala, comedor:**

- Muy mal ventilado ☐
- Mal ventilado ☐
- Ligeramente mal ventilado ☐
- Ventilación normal ☐
- Ligeramente bien ventilado ☐
- Bien ventilado ☐
- Muy bien ventilado ☐

**- Cocina:**

- Muy mal ventilado ☐
- Mal ventilado ☐
- Ligeramente mal ventilado ☐
- Ventilación normal ☐
- Ligeramente bien ventilado ☐
- Bien ventilado ☐
- Muy bien ventilado ☐

**- Dormitorios:**

- Muy mal ventilado ☐
- Mal ventilado ☐
- Ligeramente mal ventilado ☐
- Ventilación normal ☐
- Ligeramente bien ventilado ☐
- Bien ventilado ☐
- Muy bien ventilado ☐

**13. ¿Al permanecer algún tiempo en un espacio interior del edificio o de su departamento en compañía de un grupo de personas, tiende a sentir sueño?**

- Si ☐
- No ☐

**MODELO DE FICHA DE SUSTENTABILIDAD Y HABITABILIDAD****UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO****EDIFICIO DE MULTIFAMILIARES DEL IESS DE LA CIUDAD DE CUENCA**

Encuesta cualitativa sobre el nivel de habitabilidad que brinda el edificio a sus residentes.

**DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO**

- Masculino ☐
- Femenino ☐
- Edad ☐

**INFORMACIÓN DEL DEPARTAMENTO**

- Bloque ☐
- Nro. planta (1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta) ☐
- Número de departamento ☐

**PREGUNTAS****SUSTENTABILIDAD**

**1. ¿Se lleva a cabo un plan de reciclaje en el complejo de multifamiliares?**

- Si ☐
- No ☐
- Si la respuesta es afirmativa, describa la práctica.

**2. ¿Existe alguna otra práctica de reducción de desperdicios en el complejo de multifamiliares?**

- Si ☐
- No ☐
- Si la respuesta es afirmativa, describa la práctica.

**3. ¿Existen algún plan de ahorro de agua en el complejo de multifamiliares?**

- Si ☐
- No ☐
- Si la respuesta es afirmativa, describa la práctica.

**4. ¿El complejo de multifamiliares produce algún tipo de energía propia? Puede ser a través de paneles fotovoltaicos, paneles solares, turbinas de aire, etc.**

- Si ☐
- No ☐
- Si la respuesta es afirmativa, describa la práctica.

**SEGURIDAD E INSTALACIONES**

**5. ¿Existe vandalismo o daño a la propiedad del complejo de multifamiliares?**

- Si ☐

- No ☐

Si la respuesta es afirmativa, describa la escala del problema.

**6. ¿Existe guardianía permanente en el complejo de multifamiliares?**

- Si ☐
- No ☐

**7. ¿Existe algún tipo de control de seguridad para el ingreso al complejo de multifamiliares?**

- Si ☐
- No ☐

**8. ¿Los bloques cuentan actualmente con salidas de emergencia?**

- Si ☐
- No ☐

**9. ¿Existe señalización para indicar las salidas de emergencia en cada bloque?**

- Si ☐
- No ☐

**10. ¿Existe algún sistema contra incendios?**

- Si ☐
- No ☐

**11. ¿Existe una alarma contra incendios fun-**



cional?

- Si ☐  
- No ☐

**12. En caso de una emergencia, sabe como...**  
**a. ¿Activar la alarma contra incendios?**

- Si ☐  
- No ☐

**b. ¿Encontrar las salidas de emergencia?**

- Si ☐  
- No ☐

**13. ¿Se siente seguro en su residencia?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**14. ¿El complejo brinda un lugar seguro para sus residentes?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**15. ¿Se siente seguro en los espacios abiertos del complejo?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**16. ¿Conoce si el complejo cuenta con un generador de energía (grupo electrógeno de emergencia)?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**17. ¿Conoce si el complejo cuenta con un sistema de bomba de agua o cisterna (grupo hidroneumático)?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

#### ACCESIBILIDAD

**18. ¿El complejo de residencias es accesible para:**

- Peatones ☐  
- Bicicletas ☐  
- Vehículos privados ☐  
- Transporte público ☐  
- Otros: ☐

**19. ¿Ubica con facilidad la entrada principal o entradas principales desde el exterior del complejo?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**20. ¿Le resulta facil desplazarse en cada blo-**

**que?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**21. ¿Le resulta facil salir del bloque en el que usted reside?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**22. ¿Le resulta facil llegar de una planta a otra en el interior de cada bloque?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**23. ¿Las circulaciones dentro de cada bloque están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes o visitantes?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

**24. ¿Las circulaciones exteriores están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes o visitantes?**

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐





25. ¿La entrada principal o entradas principales están señalizadas y son fáciles de identificar para los visitantes o recién llegados?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

26. ¿El complejo residencial es accesible para los habitantes con capacidades especiales, particularmente en accesos y circulación? (discapacitados, ancianos)

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

27. ¿Las residencias son accesibles para los habitantes con capacidades especiales?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

28. ¿Las residencias están diseñadas para habitantes con capacidades especiales?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

29. ¿Existe el número de parqueaderos adecuados para cada departamento?

- Si ☐  
- No ☐

- Otro: ☐

30. ¿Existe el número de parqueaderos adecuados para cada visitantes?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

31. ¿Hay suficiente espacio para dejar o recoger residentes al exterior, y para las maniobras de los vehículos?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

#### IMAGEN Y ESPACIALIDAD

32. ¿Considera el exterior del edificio atractivo y acogedor?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

33. ¿Considera el interior del edificio atractivo y acogedor?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

34. ¿Los departamentos son lo suficientemente amplios para el número de residentes?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

35. ¿Los espacios exteriores son lo suficientemente amplios para el número de residentes?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

36. ¿Existen suficientes espacios y el equipamiento necesario en el complejo para llevar a cabo diferentes actividades fuera de las residencias?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

37. ¿El complejo brinda una variedad de áreas dentro y fuera donde los residentes pueden reunirse con amigos y colegas, sentarse tranquilamente y llevar a cabo actividades recreativas?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐

38. ¿Existe espacio suficiente para llevar a cabo reuniones con los residentes de los multifamiliares?

- Si ☐  
- No ☐  
- Otro: ☐



han realizado en las mismas por parte de sus propietarios.

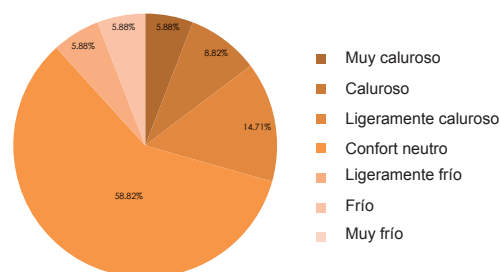
Estas encuestas nos servirán para el análisis del confort térmico y lumínico; y para la propuesta del anteproyecto que nos permitirán dar solución a los inconvenientes que presentan los bloques y departamentos, y al conjunto en general, así como las diferentes necesidades de los residentes que aquí habitan.

Los siguientes son los modelos de encuestas que se aplicaron a los residentes del complejo sobre el nivel de confortabilidad, sustentabilidad y habitabilidad tanto al interior y al exterior del mismo, incluyendo para ello varios aspectos como los veremos a continuación.

### 5.3.20. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

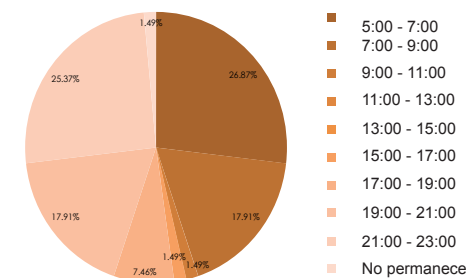
Para poder determinar el grado de confort térmico, lumínico y visual de los multifamiliares del IESS, fue necesario realizar dos encuestas a los residentes del complejo de Multifamiliares, utilizando preguntas que permitieron determinar de una manera general el nivel de confort y de habitabilidad de los residentes al interior de sus departamentos, de los vestíbulos y escaleras, y de los espacios exteriores de cada bloque. A continuación se muestran los resultados en porcentajes según la tabulación cuantitativa

¿Cuál cree usted que es el nivel general de sensación térmica en su departamento?



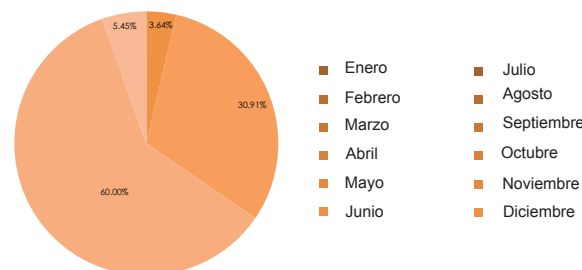
E01

En un día en general: ¿en qué horario u horarios siente más frío en su departamento?



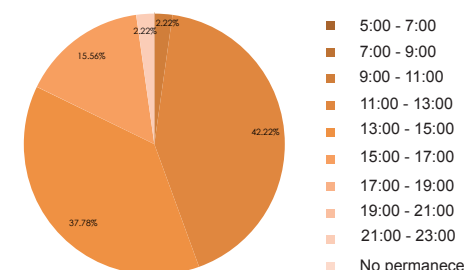
E04

¿En qué meses del año siente más frío en su departamento?



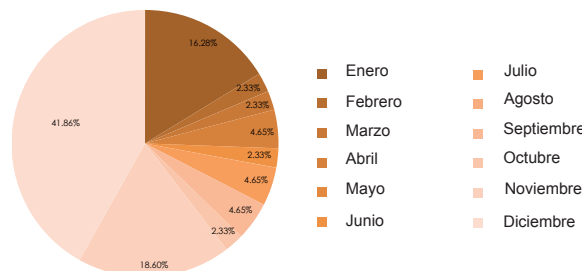
E02

En un día en general: ¿en qué horario u horarios siente más calor en su departamento?



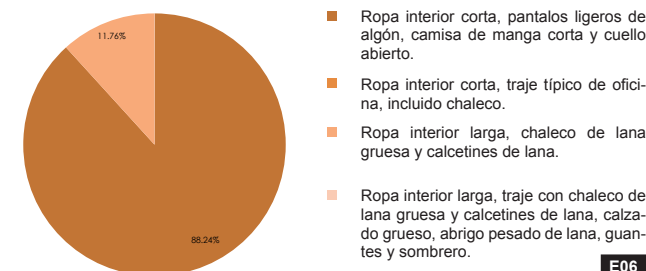
E05

¿En qué meses del año siente más calor en su departamento?



E03

En un día en general: ¿de qué manera necesita vestirse para permanecer en el edificio?



E06

de cada pregunta, dichos resultados serán un primer indicador para seleccionar las estrategias en la propuesta.

1. El gráfico E01, muestra el nivel general de sensación térmica. Un 58,82 % de los encuestados consideran a su departamento en confort térmico neutro, y un 14,71 % ligeramente caluroso.

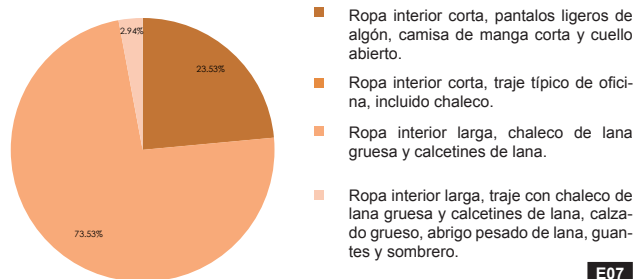
2. El gráfico E03 muestra los resultados en relación a los meses más fríos del año. Un 60,00 % de los encuestados considera que agosto es el mes más frío, un 30,91 % que es el mes de julio y un 5,45 % que es septiembre.

3. El gráfico E03 muestra los resultados en relación a los meses más calurosos del año. Un 41,86 % de encuestados considera que diciembre es el mes más caluroso, un 18,00 % que es el mes de noviembre y un 16,28 % que es enero.

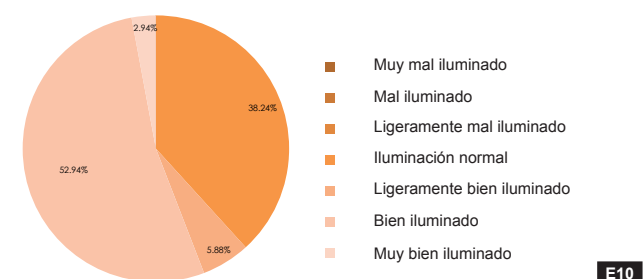
4. El gráfico E04 muestra el rango de horarios en los que se percibe más frío en el departamento. Los valores más bajos entre las 5:00 y 7:00 con un 26,87 %, y en las noches entre 21:00 a 23:00 con un 25,37 %.

5. El gráfico E05 muestra el rango de horarios en los que se percibe más calor en el departamento. Los valores más altos entre las 11:00 a 13:00 con un 42,22 %, seguidas entre 13:00 a 15:00 con un 37,78 %.

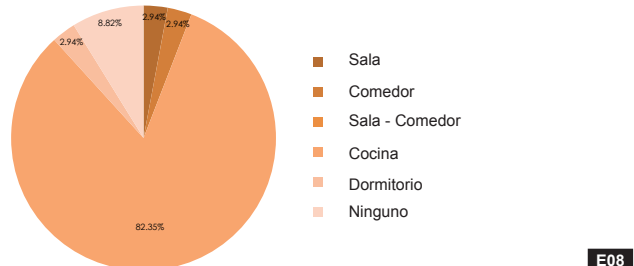
En un día con clima frío: ¿de qué manera necesita vestirse para permanecer en su departamento?



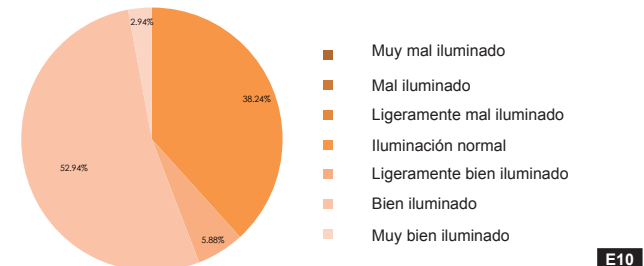
En un día en general: ¿cómo considera la iluminación natural de los espacios de su departamento? (Sala - comedor)



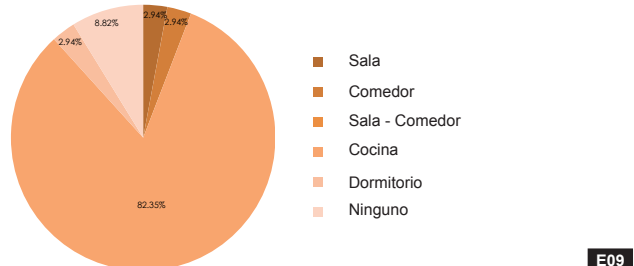
¿En qué espacios del departamento ha percibido exceso de calor al utilizar varios aparatos eléctricos simultáneamente?



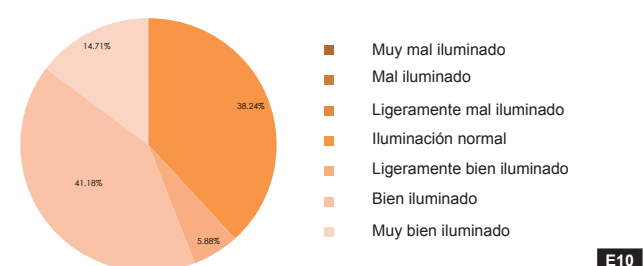
En un día en general: ¿cómo considera la iluminación natural de los espacios de su departamento? (Cocina)



¿Cuál o cuáles son los espacios que encuentra incómodos térmicamente en su departamento? (Mucho calor o mucho frío)



En un día en general: ¿cómo considera la iluminación natural de los espacios de su departamento? (Dormitorios)





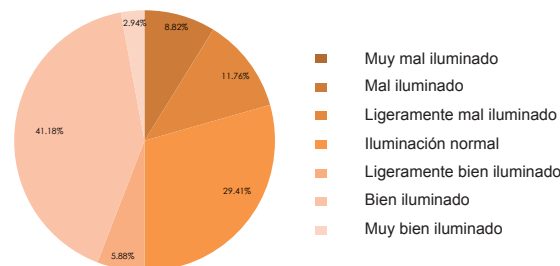
6. El gráfico E06 indica como deben vestirse los residentes para permanecer en el edificio en un día en general. Un 88,24% utiliza ropa ligera con ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta y cuello abierto (0,5 Clo). El 11,76% utiliza vestimenta un poco más abrigada, con ropa interior larga, chaleco de lana gruesa y calcetines de lana (1,0 Clo).

7. El gráfico E07 indica como deben vestirse los residentes para permanecer en el edificio en un día frío. Un 23,53 % utiliza ropa ligera con ropa interior corta, pantalones ligeros de algodón, camisa de manga corta y cuello abierto (0,5 Clo). El 73,53 % utiliza ropa más abrigada con ropa interior larga, chaleco de lana gruesa y calcetines de lana (1,0 Clo). Estos resultados indican la diferencia en el emplazamiento de los departamentos del conjunto y su captación solar.

8. El gráfico E08 indica el espacio en el que se percibe más calor al utilizar varios aparatos electrónicos. Un 82,35 % de los encuestados considera la cocina y un 8,82 %, la sala.

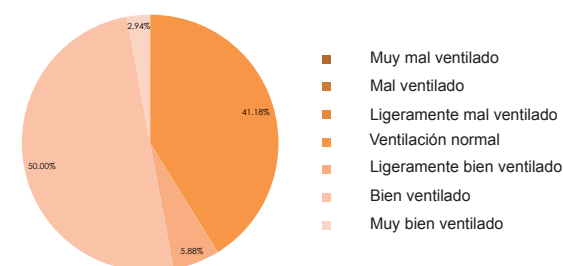
9. El gráfico E09 el espacio que se encuentra inconfortable térmicamente en el departamento (mucho calor o mucho frío). El 82,35 % de los encuestados considera que es la cocina.

¿Cómo considera la iluminación natural de los espacios comunes de su edificio? (Escaleras)



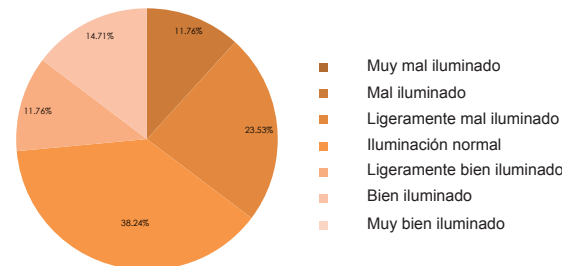
E11

¿Cómo considera la ventilación en los espacios interiores de su departamento? (Sala-comedor)



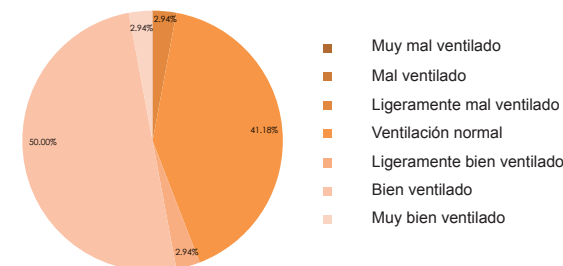
E12

¿Cómo considera la iluminación natural de los espacios comunes de su edificio? (Vestíbulos y pasillos)



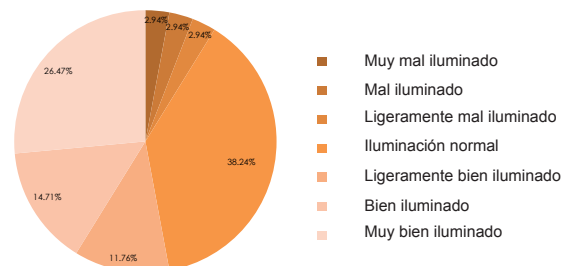
E11

¿Cómo considera la ventilación en los espacios interiores de su departamento? (Cocina)



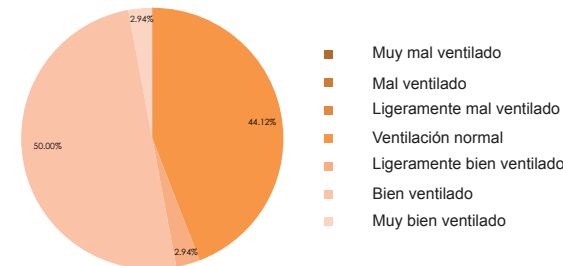
E12

¿Cómo considera la iluminación natural de los espacios comunes de su edificio? (Parqueaderos)



E11

¿Cómo considera la ventilación en los espacios interiores de su departamento? (Dormitorios)



E12

**10.** El gráfico E10 muestra el nivel de iluminación natural en diferentes espacios de los departamentos.

**a. Sala – Comedor:** El 52,94 % considera que está bien iluminado y el 38,24 % con iluminación normal.

**b. Cocina:** El 52,94 % considera que está bien iluminado y el 38,24 % con iluminación normal.

**c. Dormitorios:** El 41,18 % considera que está bien iluminado y el 38,24 % con iluminación normal.

**11.** El gráfico E11 nos indica el nivel de iluminación natural en los espacios comunes del complejo.

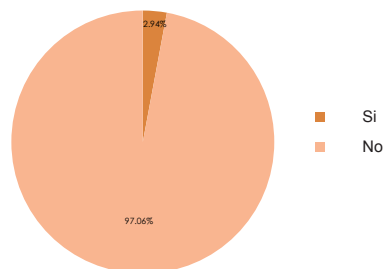
**a. Escaleras:** El 41,18 % considera que está bien iluminado y el 29,41 % con iluminación normal.

**b. Vestíbulos y pasillos:** El 14,71 % considera que está bien iluminado, el 38,24 % con iluminación normal y el 23,53 % ligeramente mal iluminado.

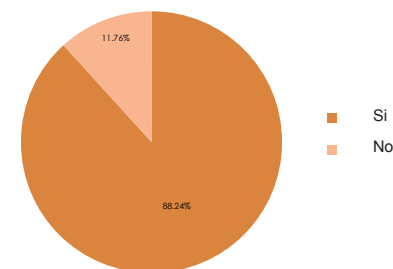
**c. Parqueaderos:** 38,24 % iluminación normal 26,47 % muy bien iluminado 14,71 % bien iluminado.

**12.** El gráfico E12 nos indica el nivel de ventilación en los espacios de los departa-

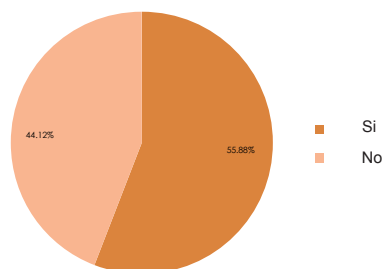
¿Al permanecer algún tiempo en un espacio interior del edificio o de su departamento en compañía de un grupo de personas, tiende a sentir sueño?



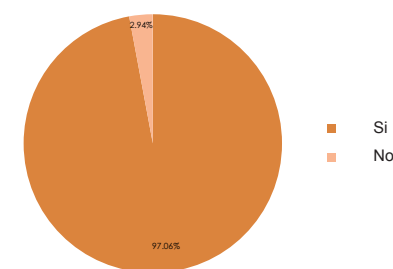
¿Se siente seguro en los espacios abiertos del complejo?



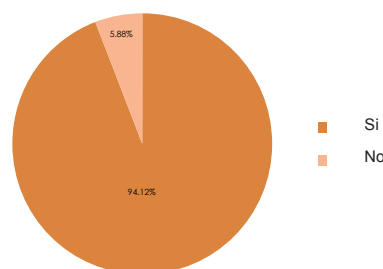
¿Existe vandalismo o daño a la propiedad del complejo multifamiliar?



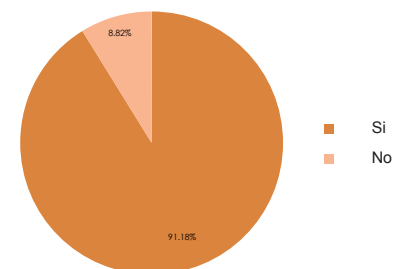
¿Ubica con facilidad la entrada principal o entradas principales desde el exterior del complejo?



¿El complejo le brinda un lugar seguro para sus residentes?



¿Le resulta fácil despazarse en cada bloque?







mentos.

**a. Sala - comedor:** El 50,00 % considera que está bien ventilado y el 41,18 % con ventilación normal.

**b. Cocina:** El 50,00 % considera que está bien ventilado y el 41,18 % con ventilación normal.

**c. Dormitorios:** El 50,00% considera que está bien ventilado y el 44,12 % ventilación normal.

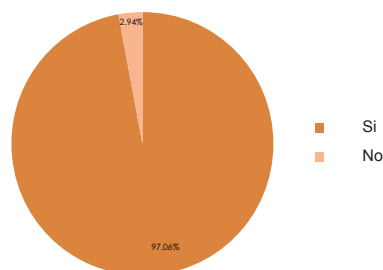
**13.** El gráfico E13 indica si al permanecer en los espacios interiores del edificio o de su departamento en compañía de un grupo de personas, siente sueño. Un 97,06 % no siente sueño. Por lo tanto existe la renovación del aire necesaria para permanecer en confort.

**14.** El gráfico E14 indica si existe vandalismo o daño a la propiedad del complejo. Un 55,88 % considera que se da en los cerramientos y paredes exteriores del complejo multifamiliar.

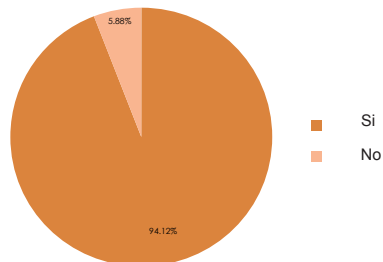
**15.** El gráfico E15 indica si el complejo brinda un lugar seguro para sus residentes. Un 94,00 % considera al conjunto como seguro.

**16.** El gráfico E16 indica si se siente seguro en los espacios abiertos del comple-

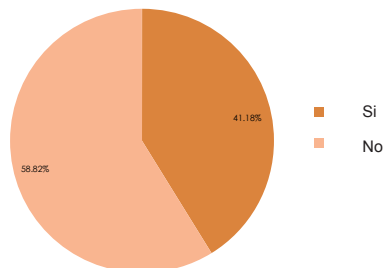
¿Le resulta fácil salir del bloque en el que usted reside?



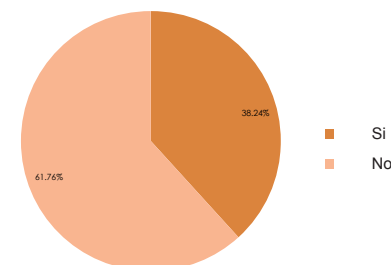
¿Le resulta fácil llegar de una planta a otra en el interior de cada bloque?



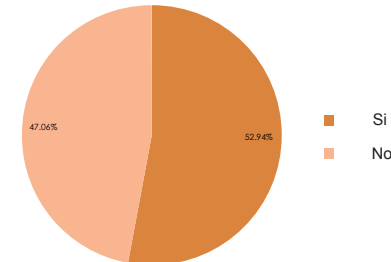
¿Las circulaciones dentro de cada bloque están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes y visitantes?



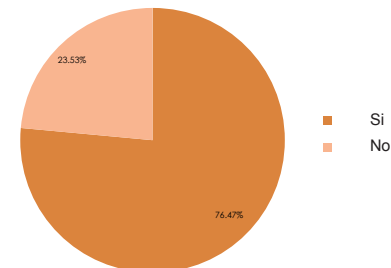
¿Las circulaciones exteriores están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes y visitantes?



¿La entrada principal o entradas principales están señalizadas y son fáciles de identificar para los visitantes o recién llegados?



¿Existe el número de parqueaderos adecuados para cada departamento?



jo. Un 88,24 % se siente seguro y un 11,76 %, no, debido al ingreso no controlado a los consultorios en planta baja.

**17.** El gráfico E17 indica si los residentes ubican con facilidad las entradas principales desde el exterior del complejo. Un 97,06 % si lo hace.

**18.** El gráfico E18 indica si a los residentes les resulta fácil desplazarse en cada bloque. Al 91,18 % les resulta fácil. Sin embargo, desean contar con un ascensor.

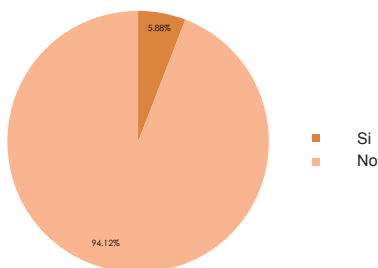
**19.** El gráfico E19 indica si a los residentes les resulta fácil salir del bloque en el que vive. Al 97,06 % les resulta fácil.

**20.** El gráfico E20 indica si a los residentes les resulta fácil llegar de una planta a otra en el interior de cada bloque. Al 94,12 % les resulta fácil.

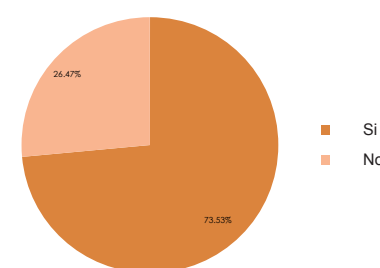
**21.** El gráfico E21 indica si las circulaciones dentro de cada bloque están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes y visitantes. El 58,82 % considera que si lo están.

**22.** El gráfico E22 indica si las circulaciones exteriores están señalizadas y son fáciles de identificar para los residentes y visitantes. El 61,76 % considera que si lo están.

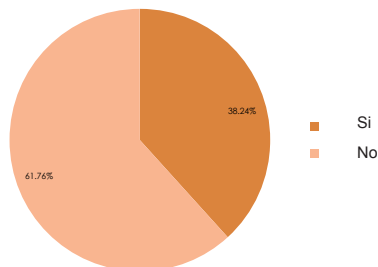
¿Existe el número de parqueaderos adecuados para visitas?



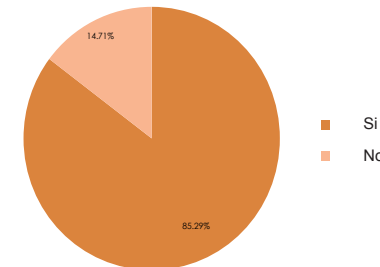
¿Considera el interior del edificio atractivo y acogedor?



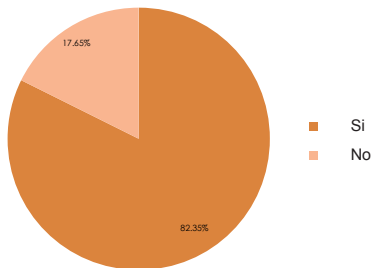
¿Hay suficiente espacio para dejar o recoger residentes al exterior, y para maniobras de los vehículos?



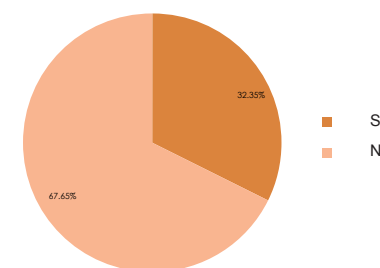
¿Los espacios exteriores son los suficientemente amplios para el número de residentes?



¿Considera el exterior del edificio atractivo y acogedor?



¿Existe suficientes espacios y el equipamiento necesario en el complejo para llevar a cabo diferentes actividades fuera de las residencias?





**23.** El gráfico E23 indica si las entradas principales están señalizadas y son fáciles de identificar para los visitantes o recién llegados. Un 52,94 % considera que si lo están, aunque para los visitantes genera algo de confusión en principio.

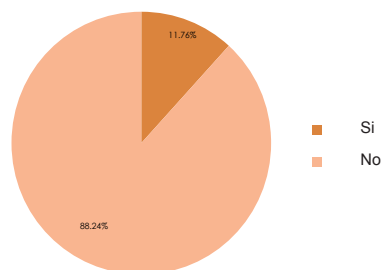
**24.** El gráfico E24 indica si existen el número de parqueaderos necesarios para cada departamento. Un 76,47 % considera que hay los necesarios, pero hay departamentos que no cuentan con parqueadero.

**25.** El gráfico E25 indica si existen parqueaderos suficientes para las visitas. Un 94,12 % consideran que no existen parqueos suficientes.

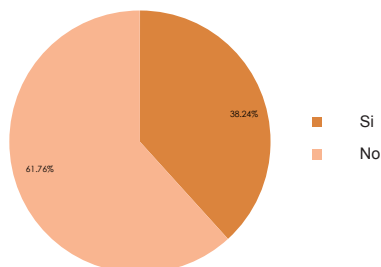
**26.** El gráfico E26 indica si hay suficiente espacio exterior para dejar o recoger residentes, y para que el vehículo pueda maniobrar. Un 61,76 % considera que no hay suficiente espacio exterior para permanecer con tranquilidad, ya que el tráfico es frecuente durante el día.

**27.** El gráfico E27 indica si para los residentes el exterior del edificio atractivo y acogedor. El 82,35 % considera que si lo es, tomando en cuenta que la mayoría de residentes han permanecido en el complejo desde su construcción. Un porcentaje bajo son personas que arriendan o jóvenes que indicaron que no les parece atractivo ni acogedor.

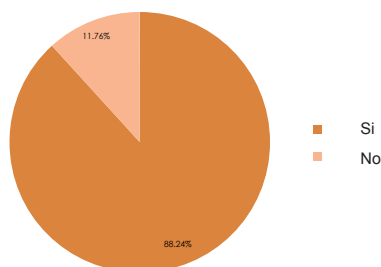
¿El complejo brinda una variedad de áreas dentro y fuera donde los residentes puedan reunirse con amigos y colegas, sentarse tranquilamente y llevar a cabo actividades recreativas?



¿Existe espacio suficiente para llevar a cabo reuniones con los residentes de los multifamiliares?



¿Ha realizado modificaciones en su residencia?



53: Bloque B, área verde y juegos infantiles.

54: Bloque B, área verde que se la utiliza como cancha de fútbol.





55: Área verde entre bloques, juegos infantiles.  
56: Área verde utilizada como cancha de fútbol junto al bloque B del complejo.

57: Planta de azotea del bloque A, al frente el bloque B y en la parte posterior el Barranco y Centro Histórico.  
58: Parte interior del bloque B.

59: Planta de azotea del bloque A.  
60: Planta de azotea del bloque A, espacios destinados a los residentes para su diferente uso.



**28.** El *gráfico E28* indica si para los residentes el interior del edificio les parece atractivo y acogedor. El 73,53 % que lo es y el 26,47 % que no.

**29.** El *gráfico E29* indica si los espacios exteriores son lo suficientemente amplios para el número de residentes. El 85,29 % considera que si lo son.

**30.** El *gráfico E30* indica si existe suficiente espacio y equipamientos necesarios en el complejo para llevar a cabo diferentes actividades fuera de la residencias. El 67,65 % considera que no. Existen pocos juegos infantiles pero deteriorados.

**31.** El *gráfico E31* indica si el complejo brinda variedad de áreas dentro y fuera donde los residentes puedan reunirse y realizar actividades recreativas. El 88,24 % considera que no.

**32.** El *gráfico E32* indica si existe espacio suficiente para llevar a cabo reuniones con los residentes de los multifamiliares. El 61,76 % considera que no.

**33.** El *gráfico E33* indica si se ha realizado modificaciones en la residencia. Un 88,24 % si las ha realizado, por ejemplo en las zonas de balcones hacia la parte interior del complejo, en la zona de la cocina donde eliminan el cuarto y el baño de servicio. Existen cambios de materiales de pisos y

reemplazo de muebles fijos y puertas.

Finalmente, es importante indicar que también se realizaron las encuestas a los arrendatarios de los locales comerciales de la planta baja, pero debido a la variedad de usos (restaurantes, bazares, cabinas telefónicas e internet, tiendas de abarrotes, consultorios médicos, oficinas, entre otros), es difícil definir la situación de confort o habitabilidad de cada uno de ellos, por lo que nuestra propuesta se enfocará únicamente a las residencias y espacios comunes exteriores.

### 5.3.21. CONCLUSIONES

Como se mencionó anteriormente, las encuestas nos sirvieron como una primera aproximación para conocer de manera general el comportamiento climático del edificio y el nivel de habitabilidad de sus residentes en los departamentos y en los diferentes espacios comunes.

En una primera apreciación gracias a los resultados obtenidos podemos concluir que el tamaño de los departamentos es el adecuado para sus residentes, se sienten cómodos con el espacio, pero también es importante indicar que se han hecho algunas modificaciones. La parte exterior de los bloques carecen de espacios de estar y de equipamientos, además los parqueaderos son insuficientes para el número de residen-





cias.

En cuanto a la parte climática los residentes sienten que sus departamentos son confortables durante la mayor parte del año y durante el día, con ciertas épocas de calor y frío, sin que esto afecte el confort de las personas. El confort será comprobado al momento de tomar los datos con los instrumentos de medida climáticos y al momento de realizar las simulaciones en el programa Ecotect, en la parte del análisis del confort térmico.



### 5.3.22. ANÁLISIS DEL CONFORT

Uno de los alcances de la NEC - 11 “es la rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>”.<sup>30</sup>, por lo que la normativa es completamente aplicable para el proyecto que estamos desarrollando.

En esta etapa realizaremos el análisis del confort térmico, confort lumínico y visual, apoyados tanto en la simulación en el programa Ecotect, así como el registro directo de valores climáticos en el Complejo de Multifamiliares del IESS, con el objeto de tener una aproximación real a las condiciones climáticas y de confort de este complejo residencial de los años 70. Para este proceso de análisis es importante tener en cuenta los conceptos y la información climática del Capítulo 02.

#### 5.3.22.1. ANÁLISIS DEL CONFORT TÉRMICO

La NEC - 11 define el bienestar térmico “como la ausencia de cualquier sensación de incomodidad o malestar térmico producido por exceso de frío o calor”.<sup>31</sup>

El confort térmico según la norma ISO 7730, “es una condición mental en la que

se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

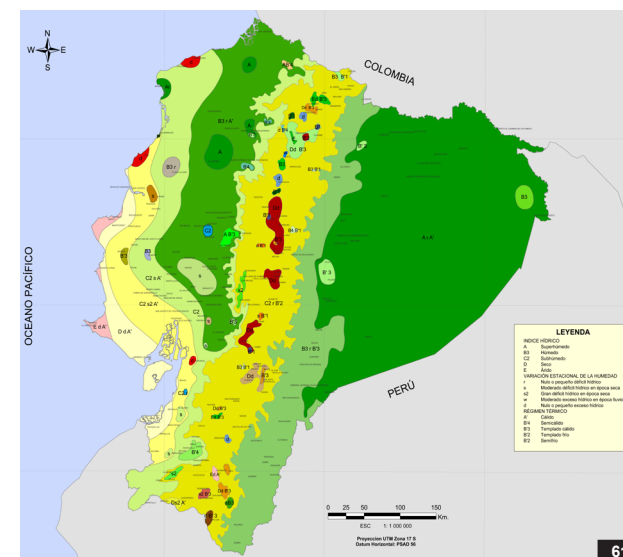
Como analizamos en el Capítulo 02 el confort térmico depende de parámetros externos como la temperatura y velocidad de aire, la temperatura radiante y la humedad relativa; y de parámetros internos como el metabolismo, la constitución corporal, la ropa y la actividad física desarrollada.

Es importante considerar que para que exista confort térmico según la NEC - 11, es necesario mantenerse dentro de los siguientes rangos:

- “Temperatura del aire ambiente entre 18 y 26 °C.
- Temperatura radiante media de superficies del local entre 18 y 26 °C.
- Velocidad del aire entre 0,05 y 0,15 m/s.
- Humedad relativa entre 40 y el 65 %”.<sup>32</sup>

Estos rangos deberán ser comprobados durante la fase de análisis del confort del Complejo de Multifamiliares y en caso de no cumplir deberán ser considerados en la etapa de la propuesta.

Además, es importante, en una primera etapa, conocer las zonas climáticas del



Confort térmico (NEC - 11)	
Parámetros	Rango
Temperatura del aire ambiente	18 - 26 °C
Temperatura radiante media de superficies del local	18 - 26 °C
Velocidad del aire	0,05 - 0,15 m/s
Humedad relativa	40 - 65 %

T02

<sup>30</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador. Quito, 2011: 5.

<sup>31</sup> Ibidem.

<sup>32</sup> Ibidem: 13

61: Mapa de climas del Ecuador elaborado por el INHAMI (Cuenca: subhúmedo, templado frío).

T02: Rangos de valores climáticos para el confort térmico.

Ecuador y definir a la que pertenece nuestra ciudad.

## ZONAS CLIMÁTICAS

“Las zonas climáticas son una aproximación del posible entorno natural que encontrará el proyectista en el diseño de una edificación”.<sup>33</sup>

Con datos climatológicos el INHAMI ha desarrollado un mapa de climas del país (*Capítulo 02, imagen 27*) (*Imagen 61*). La ciudad de Cuenca cuenta con un clima subhúmedo, templado frío, con un rango de temperatura entre 14 y 16 °C.

El clima varía localmente dependiendo de algunos factores propios del lugar donde se emplaza el proyecto, dichos factores crean diferentes microclimas. Para ello analizaremos puntualmente el microclima del lugar en donde se emplaza el complejo de Multifamiliares del IESS.

## EL MICROCLIMA

En una ciudad existen dificultades para conseguir condiciones microclimáticas favorables, sobre todo si su trazado no ha contemplado la orientación solar y eólica, la distribución y tratamiento de los espacios verdes, el tráfico, el aprovechamiento del agua, y otros factores que contribuyan a su

sostenibilidad.

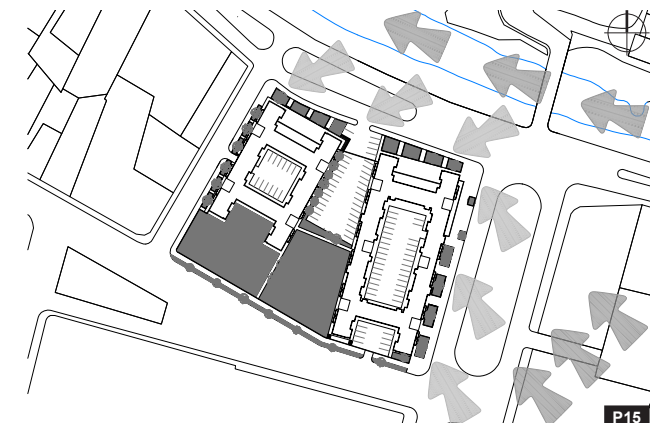
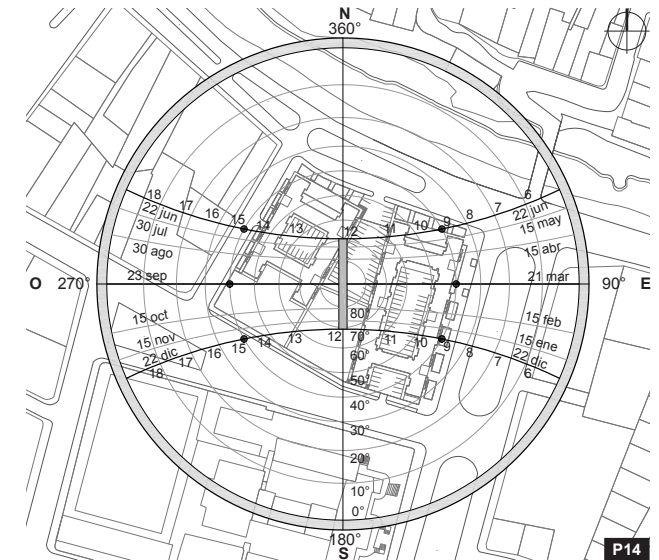
Los principales factores que influyen directamente con el microclima del Complejo de Multifamiliares del IESS son los siguientes:

### a. EL SOLEAMIENTO Y VIENTOS DOMINANTES

La temperatura promedio de Cuenca está entre los 14,56 y 16,54 °C. La temperatura no varía mucho durante un año, pero si lo hace durante el día, influyendo en el confort térmico de las personas y en el comportamiento de las edificaciones. Las mayores variaciones diarias se dan en los últimos meses del año, con una amplitud térmica promedio de 9,07 °C.

“La radiación solar en Cuenca alcanza valores cercanos de 4350 Wh/m<sup>2</sup>/día. Las horas de mayor radiación solar están entre las 12 y las 15 horas del día”.<sup>34</sup>

Los vientos predominantes en la ciudad corren en dirección sureste con una velocidad media de 9,29 m/s. y también a lo largo del río Tomebamba. Mientras que los vientos secundarios afectan directamente al predio del Complejo de Multifamiliares por las Avenidas Solano y 12 de Abril (río Tomebamba). *(Plano P02)*



**P14:** Emplazamiento actual del complejo de Multifamiliares del IESS, incidencia solar anual en la ciudad (carta solar de la ciudad de Cuenca). Sin escala.

**P15:** Dirección de vientos predominantes de la ciudad y secundarios en el complejo de Multifamiliares del IESS. Sin escala.

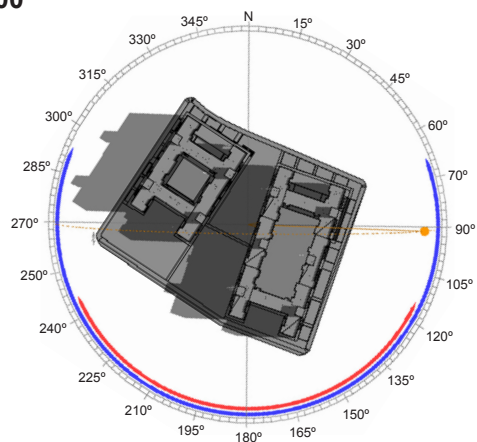
➡ Vientos predominantes (Sureste).  
➡ Vientos secundarios.

**33** Ibídem: 9

34 Baquero, María. Tesis: *Diseño bioclimático de viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013: 99.

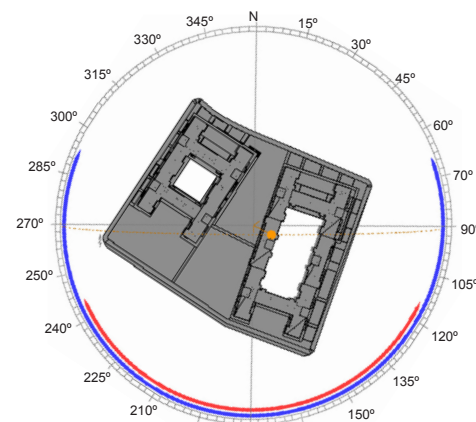


## SOLEAMIENTO: EQUINOCCIO 21 DE MARZO 8:00



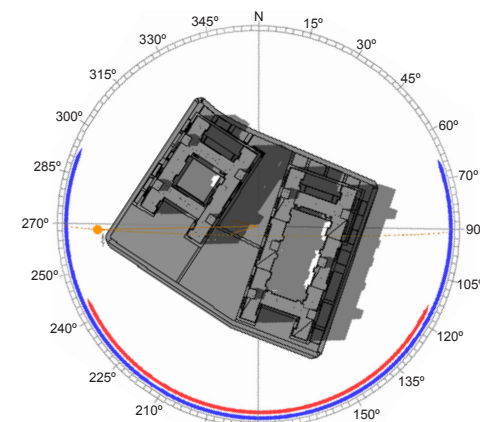
62

12:00



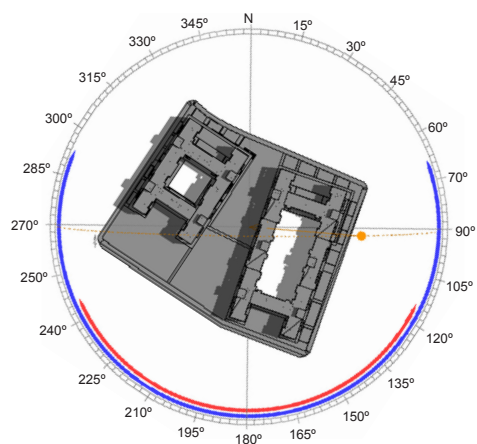
64

16:00



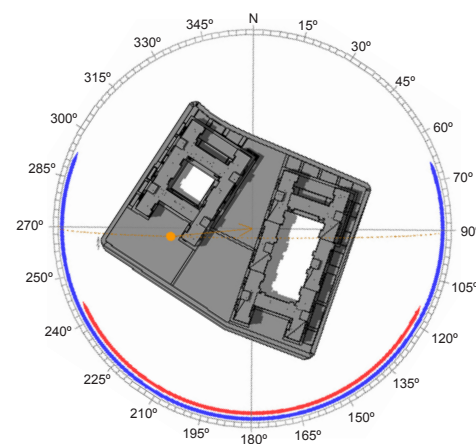
66

10:00



63

14:00



65

62: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de marzo (equinoccio), hora 8:00.

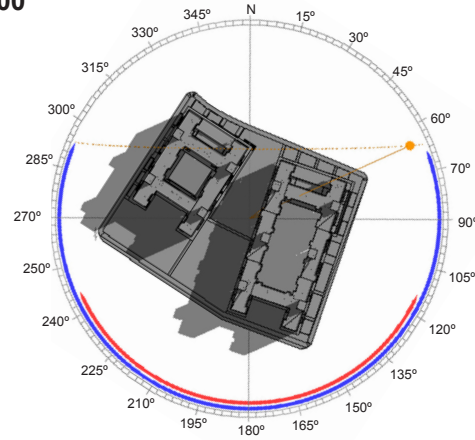
63: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de marzo (equinoccio), hora 10:00.

64: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de marzo (equinoccio), hora 12:00.

65: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de marzo (equinoccio), hora 14:00.

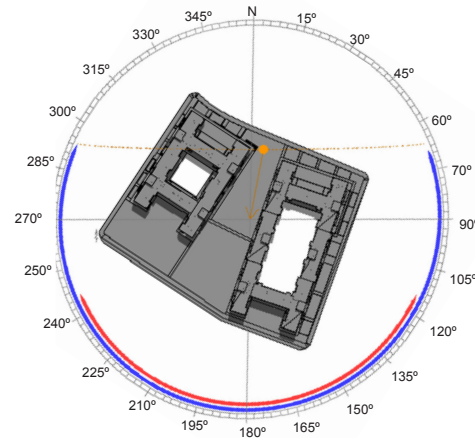
66: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de marzo (equinoccio), hora 16:00.

**SOLEAMIENTO: SOLSTICIO 21 DE JUNIO  
8:00**



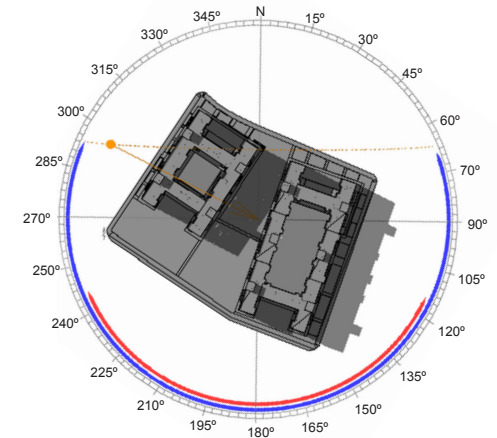
67

**12:00**



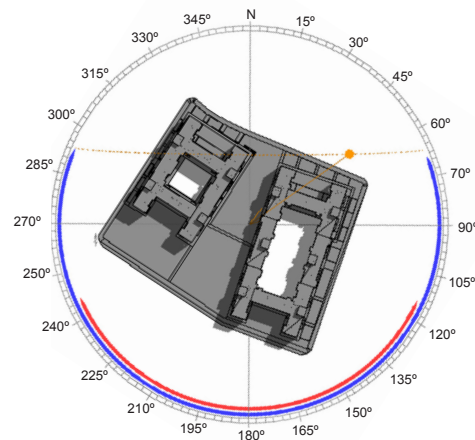
69

**16:00**



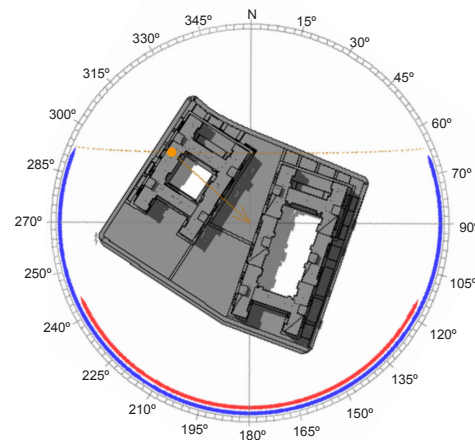
71

**10:00**



68

**14:00**



70

67: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de junio (solsticio), hora 8:00.  
68: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de junio (solsticio), hora 10:00.

69: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de junio (solsticio), hora 12:00.  
70: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de junio (solsticio), hora 14:00.

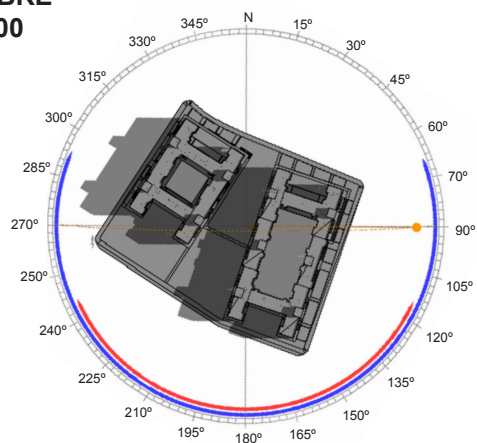
71: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de junio (solsticio), hora 16:00.





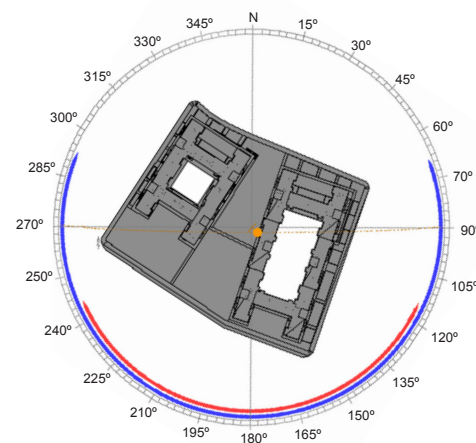
# SOLEAMIENTO: EQUINOCCIO 21 DE SEPTIEMBRE

8:00



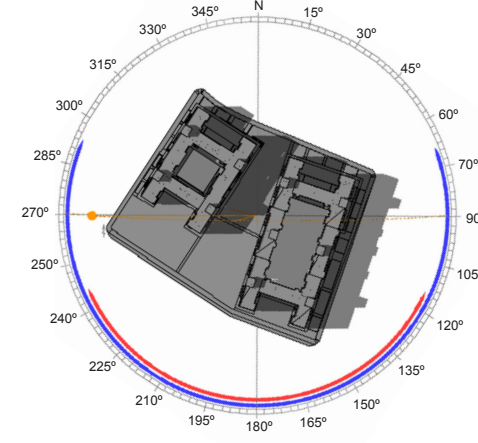
72

12:00



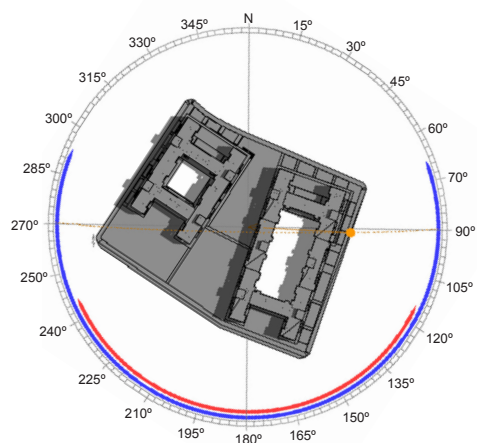
74

16:00



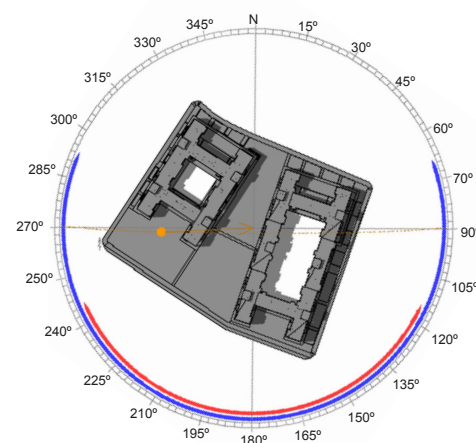
76

10:00



73

14:00



75

72: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de septiembre (equinoccio), hora 8:00.

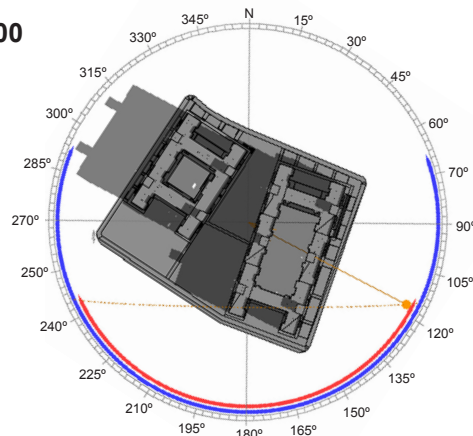
73: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de septiembre (equinoccio), hora 10:00.

74: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de septiembre (equinoccio), hora 12:00.

75: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de septiembre (equinoccio), hora 14:00.

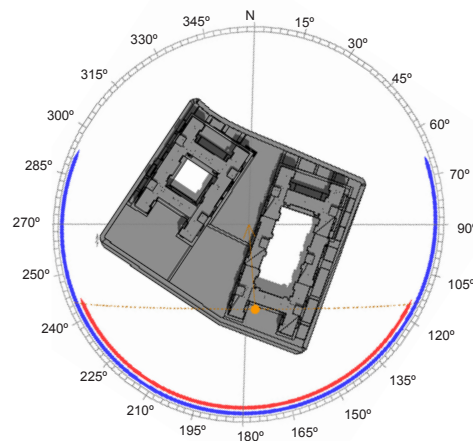
76: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de septiembre (equinoccio), hora 16:00.

**SOLEAMIENTO: SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE**  
**8:00**



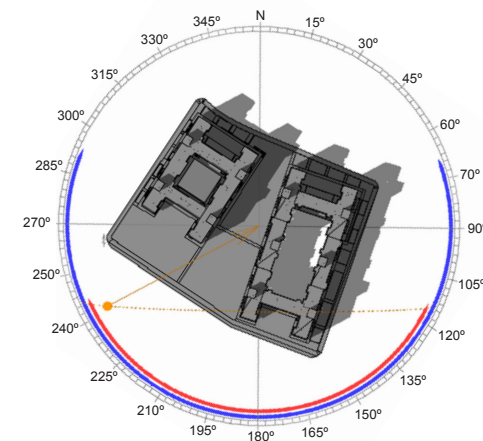
77

**12:00**



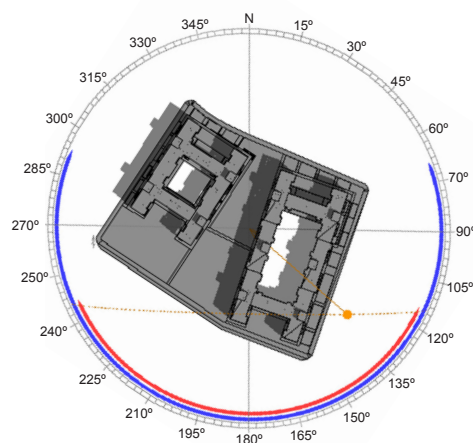
79

**16:00**



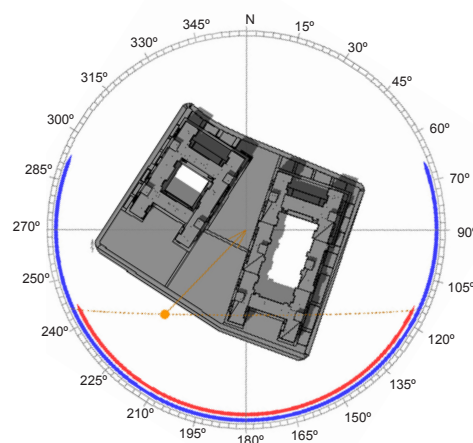
81

**10:00**



78

**14:00**



80

Mes	Fachada			
	Norte	Este	Sur	Oeste
Enero	No recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Febrero	No recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Marzo	Recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Abril	Recibe	Recibe	No recibe	Recibe
Mayo	Recibe	Recibe	No recibe	Recibe
Junio	Recibe	Recibe	No recibe	Recibe
Julio	Recibe	Recibe	No recibe	Recibe
Agosto	Recibe	Recibe	No recibe	Recibe
Septiembre	Recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Octubre	Recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Noviembre	No recibe	Recibe	Recibe	Recibe
Diciembre	No recibe	Recibe	Recibe	Recibe

T03

77: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de diciembre (solsticio), hora 8:00.  
78: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de diciembre (solsticio), hora 10:00.

79: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de diciembre (solsticio), hora 12:00.  
80: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de diciembre (solsticio), hora 14:00.

81: Soleamiento del complejo de Multifamiliares del IESS, 21 de diciembre (solsticio), hora 16:00.  
T03: Cuadro de resumen del soleamiento anual en el complejo de Multifamiliares.



La humedad relativa tiene un promedio de 62,90%. Mientras que la precipitación media anual de los últimos 10 años de acuerdo a la empresa ETAPA EP, ha sido de 800 mm, siendo el mes de abril el más lluvioso (116 mm.) y el de agosto el más seco (29 mm.).

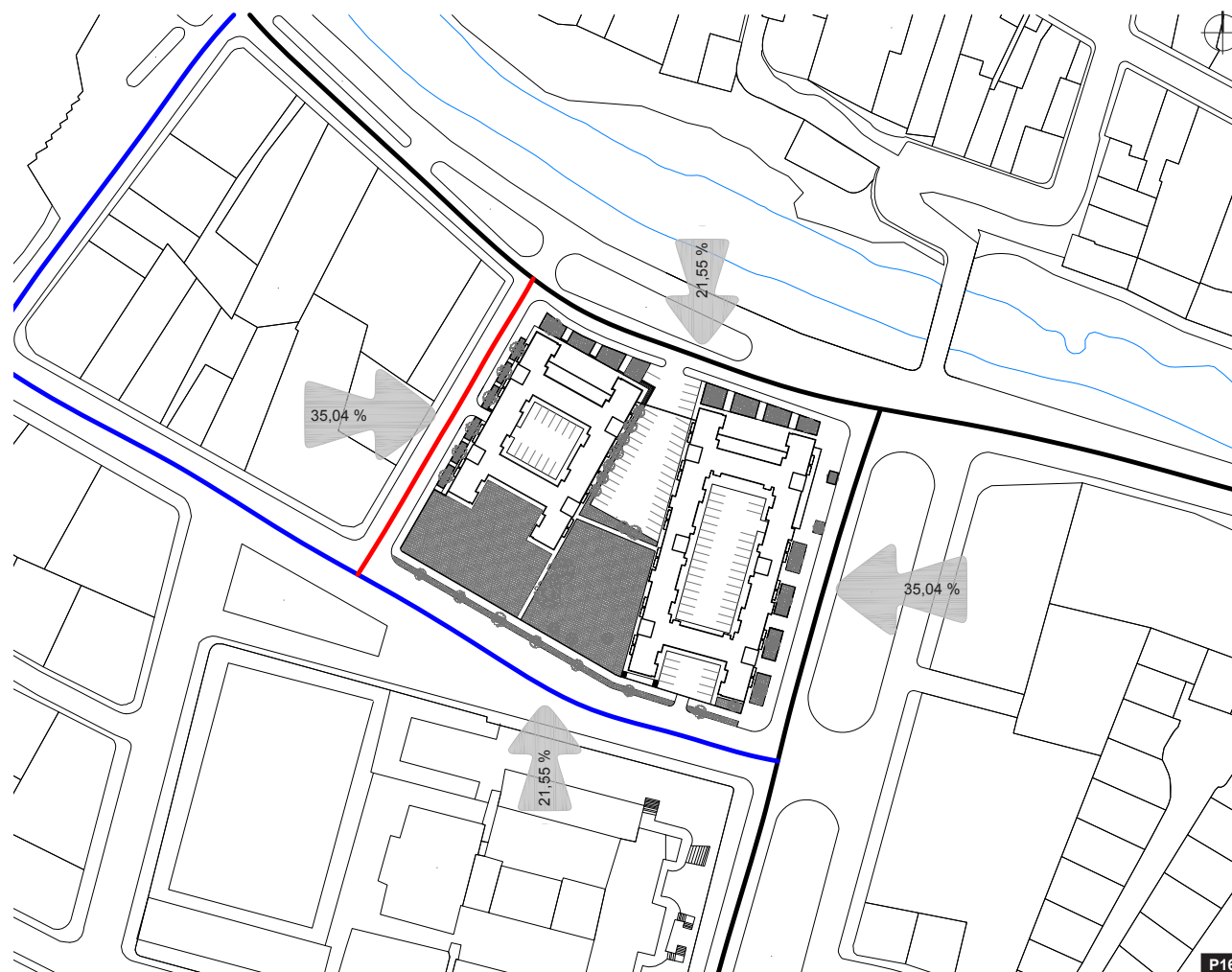
Los valores climáticos de la ciudad se encuentran detallados en el Capítulo 02, en la parte del Clima de Cuenca.

“Los volúmenes disponen sus lados longitudinales hacia el Este y el Oeste logrando de esta manera un adecuado soleamiento a lo largo del día y del año”.<sup>35</sup>

## b. LA ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO

La orientación del Complejo de Multifamiliares es ideal, logrando configurar la geometría de las vías para relacionarse con el entorno y a la vez consiguiendo un eficaz soleamiento a lo largo del año en la mayoría de sus espacios habitables. La orientación demuestra la intención de mantener la relación con las condiciones geométricas del entorno; con una buena solución de la relación implantación - lugar se logró mantener la dirección de los flujos de tránsito peatonal, además de definir con los recorridos un nivel de propiedad para cada espacio creado.

Las fachadas principales se encuentran



► Porcentaje de soleamiento de las fachadas del Complejo  
 — Vías arteriales: Av. 12 de Abril y Av. Solano.  
 — Vías colectoras: Daniel Córdova.  
 — Vías locales: Benjamín de la Cadena.

P16: Emplazamiento actual del complejo de Multifamiliares del IESS, orientación de los bloques con respecto al predio y a las vías. Fachadas Este y Oeste que reciben radiación solar durante todo el año.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

<sup>35</sup> Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel. Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 107.



en dirección Este y Oeste, maximizando la ganancia solar directa tal como lo indica que debería ser según la Norma. (*Plano P16*) (*Imágenes 82, 83*)

“El nivel de asolamiento a través de las superficies vidriadas y de la envoltura de la edificación determina la ganancia térmica dentro de la misma; así, en zonas climáticas frías se debe favorecer la incidencia de la radiación solar sobre las superficies vidriadas.”<sup>36</sup>

La orientación Este y Oeste es la que predomina para los bloques del Complejo de Multifamiliares, con un porcentaje de 35,04 % de superficie vidriada, respecto de la superficie total de las fachadas. Mientras que en las fachadas Norte y Sur, el porcentaje de la superficie vidriada disminuye considerablemente, con un 21,55 % del total de las fachadas.

Se realiza la comparación de las superficies vidriadas del Complejo de Multifamiliares con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, de esta manera se relaciona la superficie vidriada (vidrio monolítico) con la superficie total de fachada. En la fachada con orientación Este y Oeste la superficie vidriada es del 35,04 % de la superficie total, por lo tanto si cumple con la normativa, ya que las fachadas con esta orientación están



82: Orientación de las fachadas Este y Norte. Intersección de la Avenida Fray Vicente Solano y Avenida 12 de Abril.

83: Orientación de las fachadas Norte y Oeste. Intersección de la Avenida 12 de Abril y la calle Benjamín de la Cadena.



84: Espacio de separación entre los bloques del complejo que genera área verde y de parqueo para los residentes con la visual del Barranco al fondo.

36 Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador. Quito, 2011: 15.



dentro del porcentaje del 30,00 %. En la fachada con orientación Norte y Sur la superficie vidriada es del 21,55 % de la superficie total, por lo tanto no cumple con la normativa, ya que las fachadas con esta orientación están dentro del porcentaje del 40,00 %.

Lo recomendable sería la apertura de vanos en las fachadas desfavorables, sin embargo, será necesario realizar el análisis lumínico para determinar la cantidad necesaria de iluminación natural por cada espacio espacio de los departamentos y por cada espacio común de los diferentes bloques bloques.

Finalmente, se puede mencionar que la orientación y la separación entre bloques genera espacios de uso comunal y de parqueo a la vez que fugas hacia las vistas naturales como “El Barranco” como una manera de integrarse con el entorno urbano. (Imagen 82)

### c. PROXIMIDAD A ZONAS DE AGUA

Las fuentes de agua pueden ser agradables o molestas debido a la propiedad de reflexión hacia la luz, la imagen y el sonido. La ciudad está atravesada por 4 ríos: Yanuncay, Tomebamba, Tarqui y Machángara. El complejo de Multifamiliares del IESS se encuentra frente al río Tomebamba, fuente hídrica importante de la ciudad. (Plano P17) (Imágenes 85, 86)



- A. Río Tomebamba.
- B. Área verde del margen del río Tomebamba (Barranco).
- C. Área verde en las principales vías colindantes al predio del complejo.
- D. Área verde del complejo de Multifamiliares del IESS.
- E. Área de parqueaderos.

P17: Emplazamiento actual del complejo de Multifamiliares del IESS, ubicación del río Tomebamba y principales áreas verdes del predio y del sector.





85: Río Tomebamba y área verde del margen del mismo, Barranco.  
86: Río Tomebamba y área verde del margen del mismo, y de la intersección de las vías colindantes del predio.



87: Área verde existente del complejo de Multifamiliares del IESS.





#### d. ZONAS VERDES

Las zonas verdes permiten atenuar las amplitudes de temperatura debido al efecto refrescante de las plantas. La vegetación actúa como un elemento que obstaculiza la entrada de luz solar directa y como barrera de sonidos. La presencia de árboles y su sombra pueden crear un microclima muy favorable.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que es necesario que cada ciudad cuente con 9 m<sup>2</sup>. de área verde por habitante. En nuestro país el índice verde urbano es de 4,69 m<sup>2</sup>/hab. Teniendo 2,08 m<sup>2</sup>/hab. en Cuenca.

El proyecto cuenta con 3547 m<sup>2</sup>. de área verde, que corresponde al 28,70 % del área total del terreno. Si existen aproximadamente 119 familias con una composición familiar promedio de 4 personas entonces tenemos 7,39 m<sup>2</sup>., de área verde por persona. Por lo tanto debe haber 4320 m<sup>2</sup>. de área verde para cumplir lo que la OMS establece. (Plano P17) (Imagen 87)

Los tipos de árboles en el predio y sector son la jacaranda, acacia, fresno, molle y arupo.

#### f. EL RELIEVE

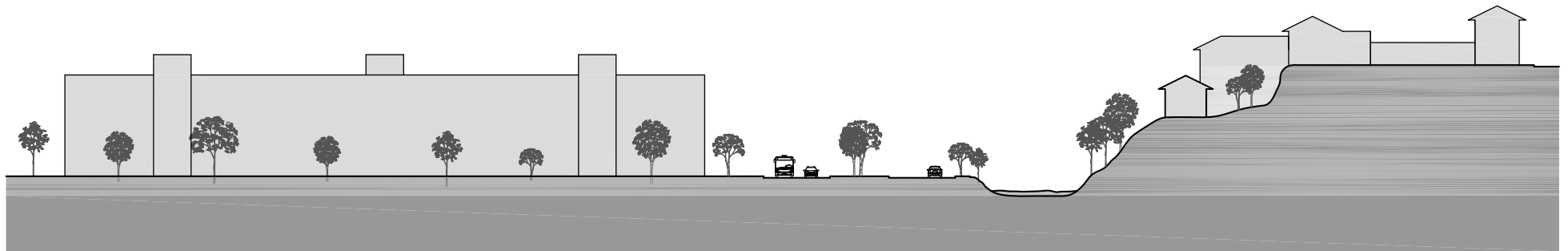
Se presenta el mayor cambio de nivel en



— Curvas de nivel cada 0,50 cm. del predio del Complejo de Multifamiliares del IESS.

**P18:** Emplazamiento actual del complejo de Multifamiliares del IESS, curvas de nivel del terreno, presentando el mayor cambio de nivel en la zona del río Tomebamba, es decir, en la zona del Barranco.

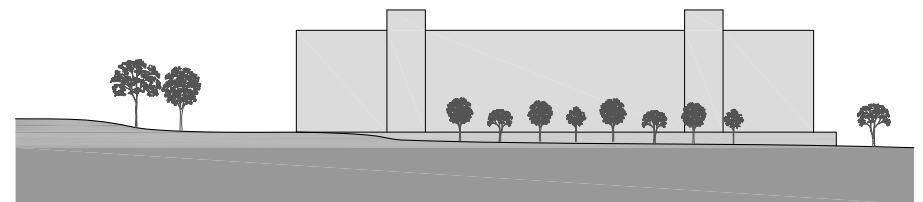
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



C03



C04



C05

**C03:** Corte transversal del Barranco. Complejo de Multifamiliares del IESS y el Centro Histórico.  
**C04:** Corte A - A del predio del Complejo de Multifamiliares del IESS.  
**C05:** Corte B - B del predio del Complejo de Multifamiliares del IESS.



la zona del río Tomebamba, es decir, en la zona del Barranco. En el predio en la intersección de las Av. 12 de Abril y Av. Fray Vicente Solano presenta la menor cota mientras que la intersección de las calles Daniel Córdoba y Benjamín de la Cadena tiene la mayor cota del predio.

#### g. EL TIPO DE SUELO O PAVIMENTACIÓN

Las temperaturas del aire dentro de la ciudad pueden alcanzar 5 °C. más que en la periferia, debido principalmente a la radiación solar absorbida por el asfalto y el pavimento de las calles, la acumulación de calor en los edificios, la emisión de calor de los vehículos y el efecto invernadero de los gases que contaminan el aire.

El predio del Complejo de Multifamiliares del IESS se encuentra en la intersección de dos vías arteriales principales de la ciudad con recubrimiento de asfalto así como las dos calles secundarias, cuenta con una área verde propia del predio sin mucha presencia de vegetación en altura.

Por lo tanto, de acuerdo a lo expuesto en el análisis del microclima el complejo cuenta con condiciones óptimas de soleamiento pero para controlar la filtración de la radiación solar en los suelos, éstos deben ser porosos y pueden ser acompañados de barreras naturales para obstaculizar los rayos

solares.

#### 5.3.22.1.1. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DEL CONFORT TÉRMICO

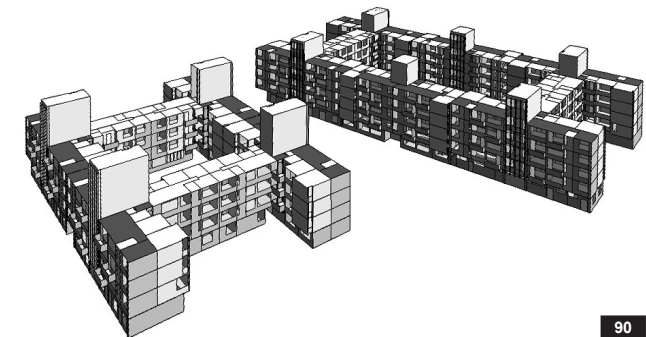
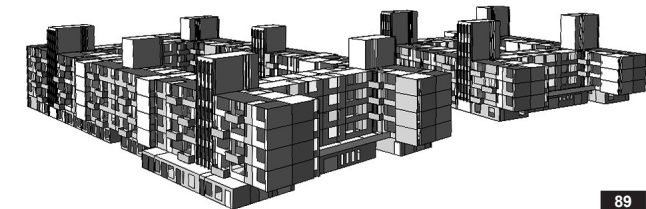
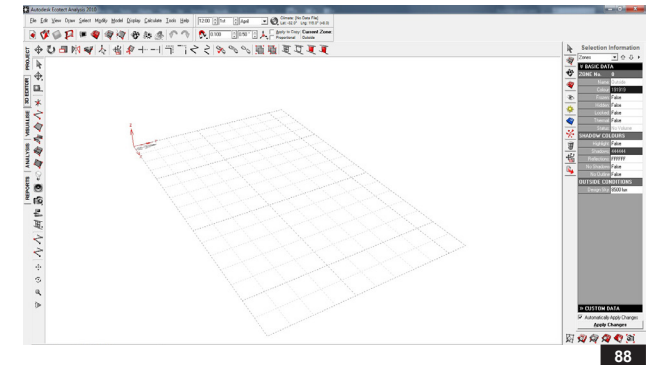
Una vez realizado el análisis del microclima, el mismo que nos permitió conocer las características generales y climáticas del predio donde se encuentra emplazado el Complejo de Multifamiliares, es importante abordar la siguiente etapa que consiste en el análisis del confort térmico de las residencias y espacios comunes del complejo.

Es importante indicar que se llevó a cabo dos procedimientos; el primero, consistió en el registro directo de datos en el Complejo de Multifamiliares mediante instrumentos climáticos, mientras que el segundo consistió en la simulación mediante la utilización del programa Autodesk Ecotect.

#### 5.3.22.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA AUTODESK ECOTECT

El nombre comercial es Analysis Ecotect® Autodesk®. Sustainable Building Design Software.

El programa Ecotect es un software de análisis de diseño sostenible, consiste en una herramienta de diseño integral a detalle para la construcción sostenible. El programa ofrece una amplia gama de análisis de simulación que puede mejorar el rendimien-



88: Pantalla de trabajo del programa Autodesk Ecotect.

89, 90: Complejo de Multifamiliares del IESS modelado en el programa Autodesk Ecotect.

to de los edificios existentes y de los nuevos diseños. Además considera la energía, el agua y las emisiones de carbono, tipos de análisis que se integran con herramientas que le permiten visualizar y simular el desempeño de un edificio en el contexto o en su entorno. En cuanto a las aplicaciones del programa tenemos las siguientes opciones:

**a. Energía.** El programa analiza y calcula el uso total de energía y las emisiones de carbono de su modelo de construcción sobre una base anual, mensual, diaria, y en el horario necesario, utilizando una base de datos global de la información meteorológica.

**b. Rendimiento térmico.** Calcula las cargas de calefacción y refrigeración para los modelos y analizar los efectos de la ocupación, las ganancias internas, la infiltración y el equipo.

**c. El uso del agua.** Evaluación de uso del agua, con la estimación de costos dentro y fuera del edificio.

**d. La radiación solar.** El programa permite visualizar la incidencia que tiene sobre las ventanas y superficies, en un mismo período.

**e. La luz del día.** Calcula factores de luz natural y los niveles de iluminación en cualquier punto en el modelo.

**f. Sombras y reflexiones.** Visualización de la posición y la trayectoria del sol en relación con el modelo en cualquier fecha, hora y lugar.

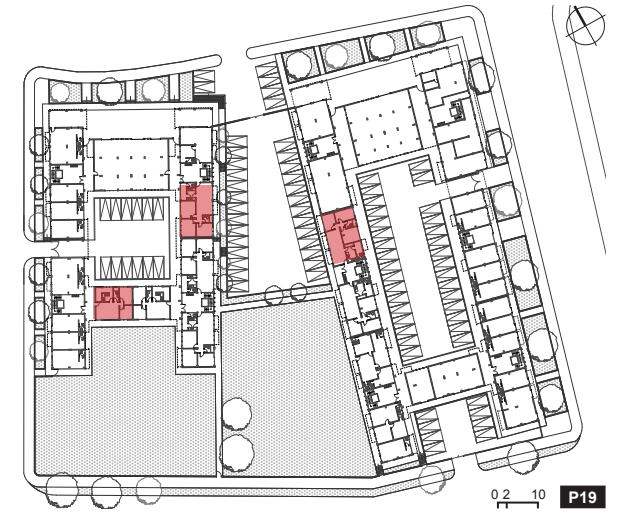
Es importante indicar que la versión de programa utilizado para nuestra tesis de grado es el Autodesk Ecotect Analysis Educational 2010, que es una versión gratuita para estudiantes.

A continuación se realiza la simulación térmica y lumínica, para posteriormente poder realizar la comparación con los datos registrados y con la normativa de nuestro país.

### 5.3.22.1.3. SIMULACIÓN TÉRMICA EN EL PROGRAMA AUTODESK ECOTECT

El registro de datos climáticos en el Complejo de Multifamiliares del IESS se realizó durante los días 20, 21 y 22 de septiembre, es decir, en el equinoccio de otoño. Pero por la necesidad de contar con mayor cantidad de datos térmicos y lumínicos para las diferentes fechas desfavorables en el año; nos vimos en la necesidad de realizar la simulación mediante la utilización del programa Autodesk Ecotect Educational; en el cual, se modeló por completo el Complejo de Multifamiliares y se ingresó el fichero climático de la ciudad de Cuenca.

De acuerdo a la información climática



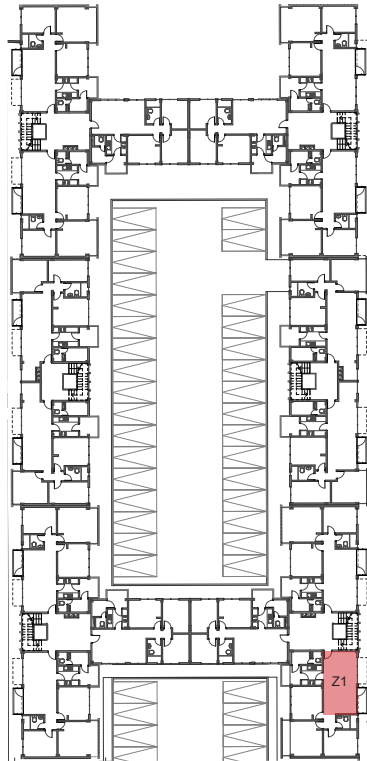
P19: Planta baja actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Ubicación de los departamentos seleccionados para simulación y registro de datos.

P20: Planta tipo actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Ubicación de los departamentos seleccionados en primera y cuarta planta alta para simulación y registro de datos.





## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 1

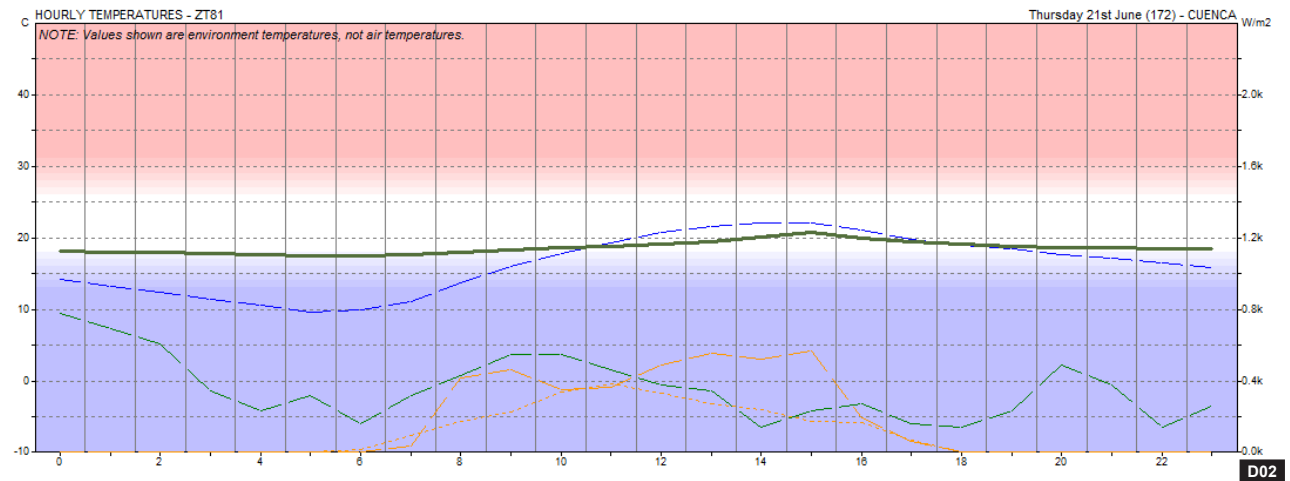
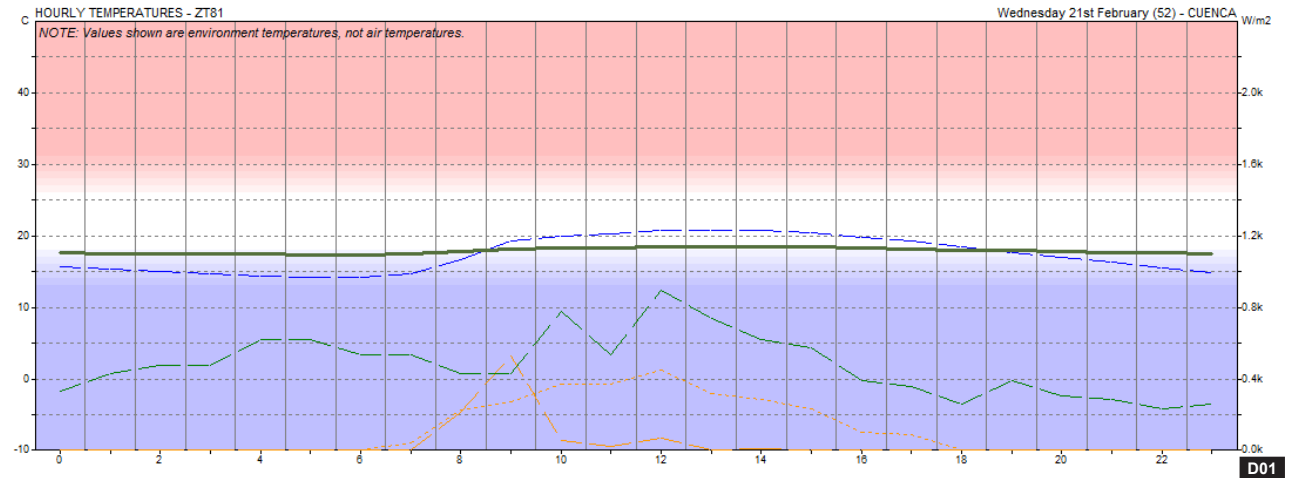


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z1 (sala - comedor)	17,60 °C	16,90 °C	16,30 °C	17,40 °C

T04

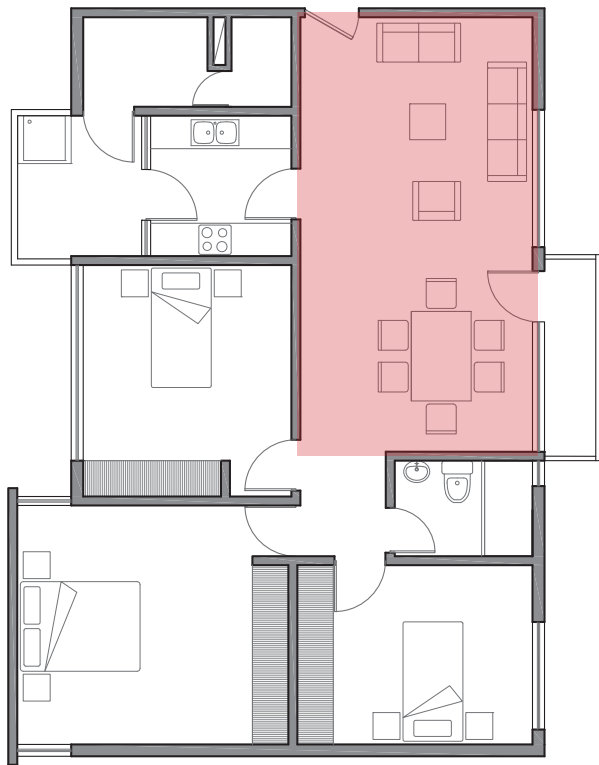
**P21:** Ubicación Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.  
**T04:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D01:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.

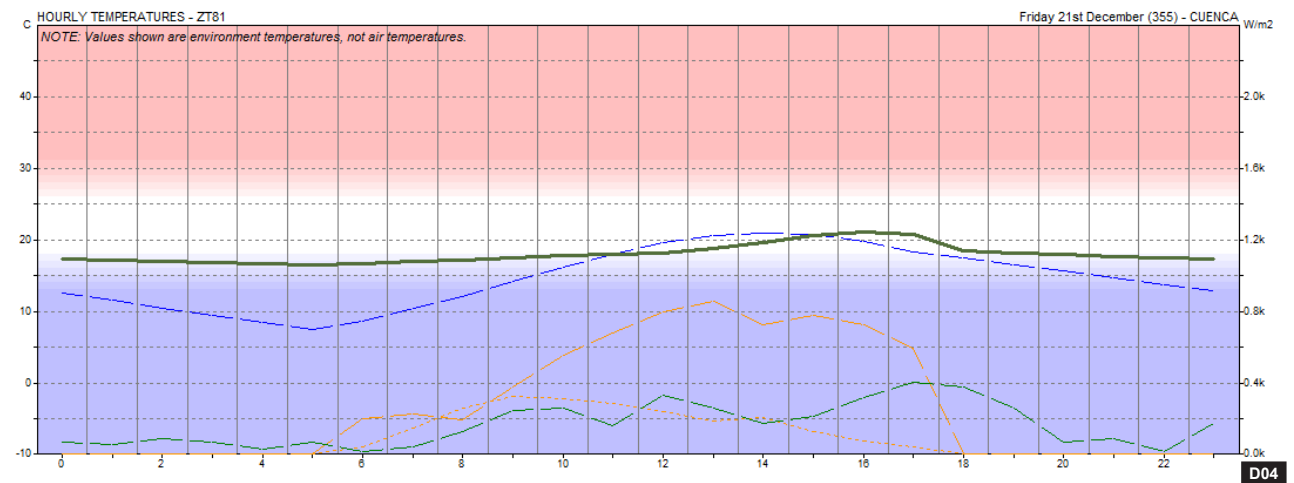
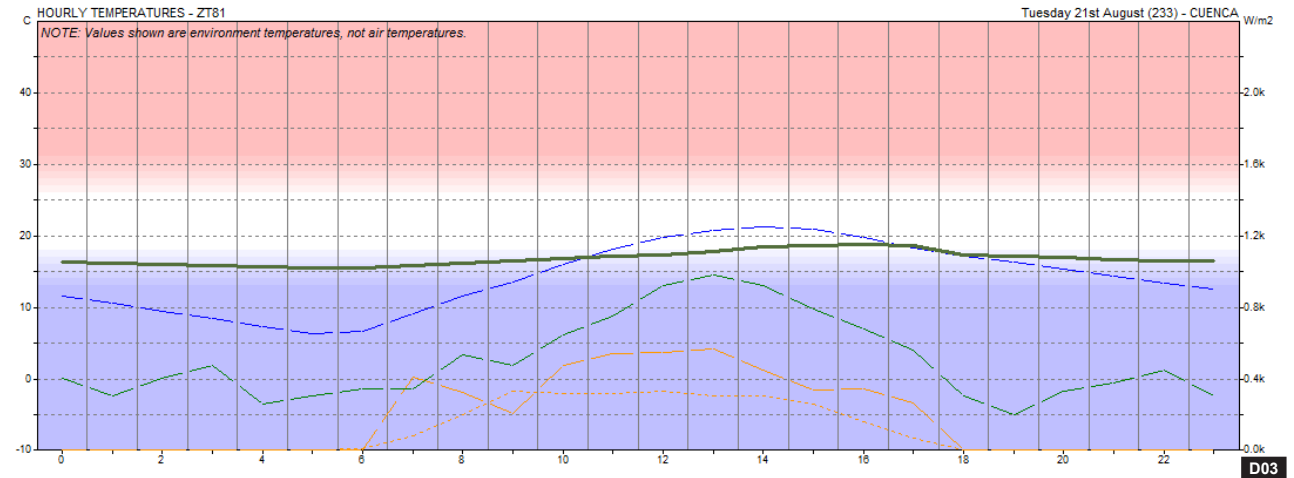
**D02:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Primera planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



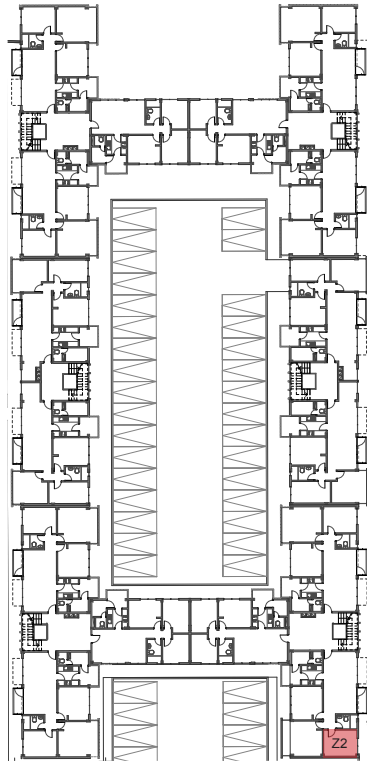
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

D03: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.

D04: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, primera planta alta.



## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 2

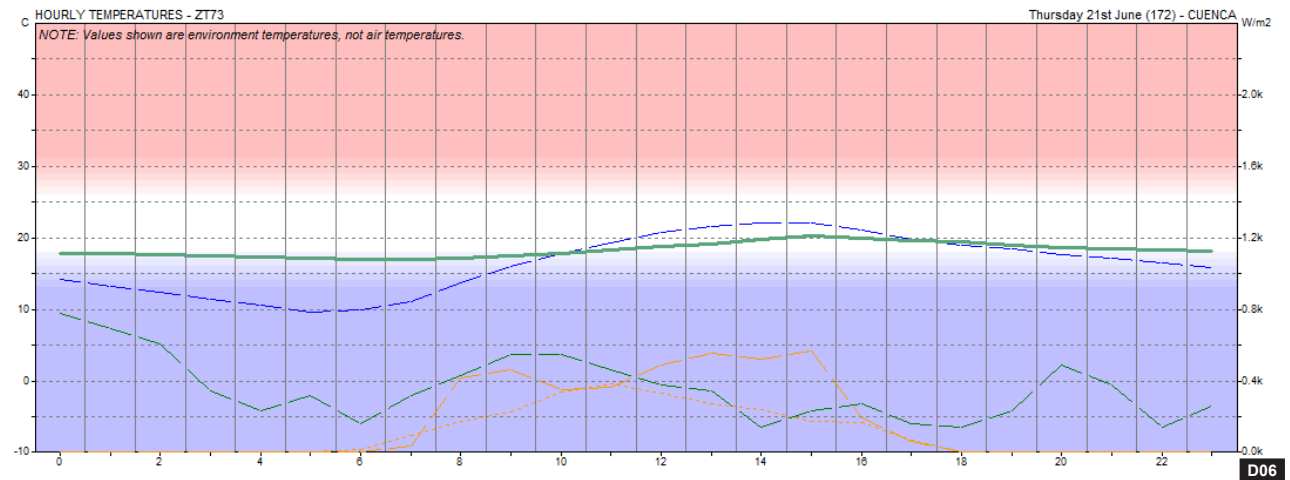
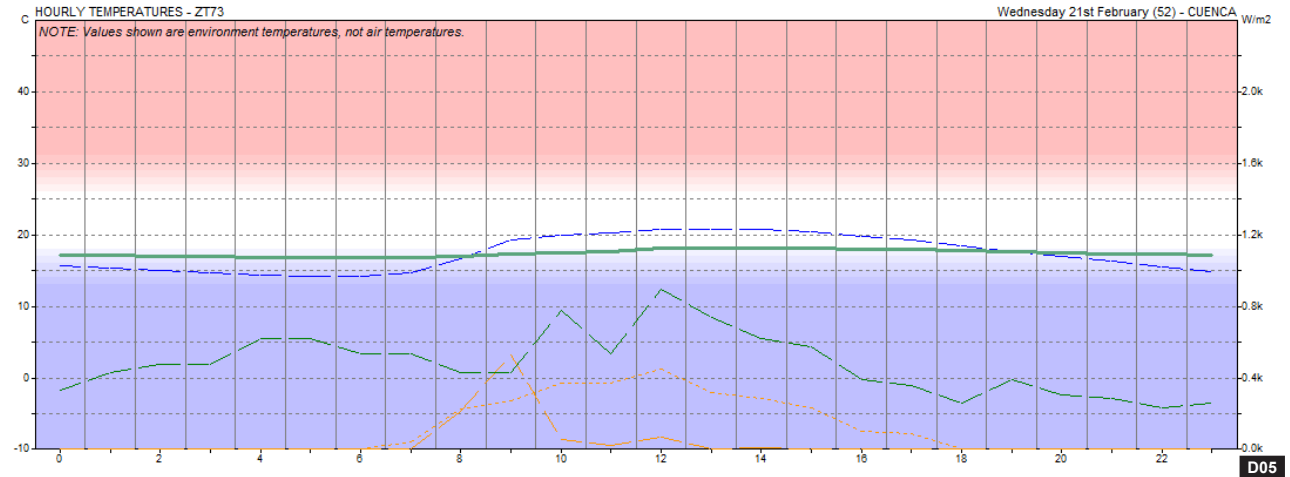


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z2 (dormitorio)	17,40 °C	16,70 °C	16,10 °C	17,20 °C

T05

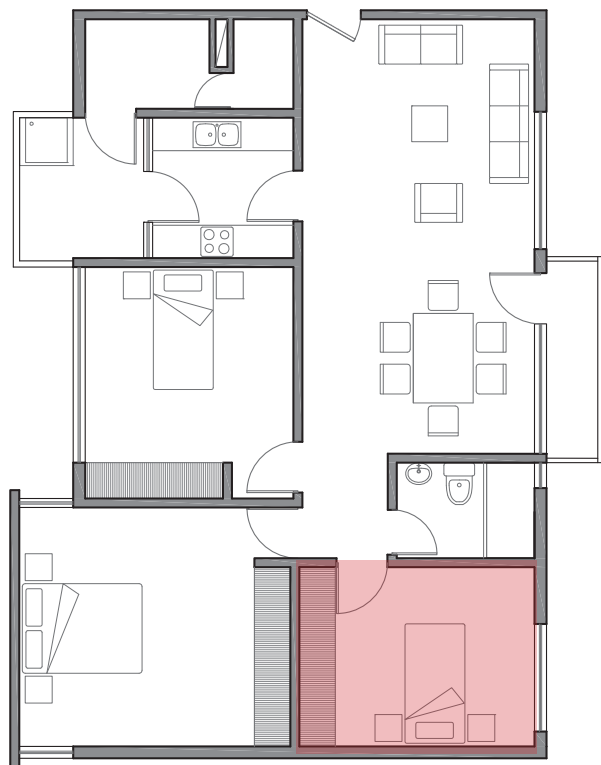
**P21:** Ubicación Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.  
**T05:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D05:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.

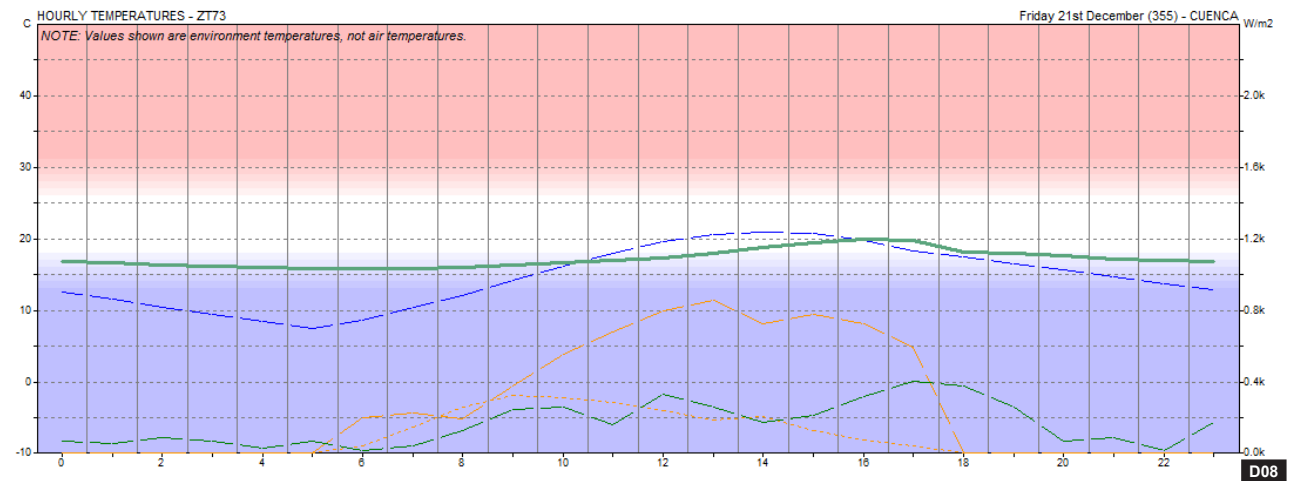
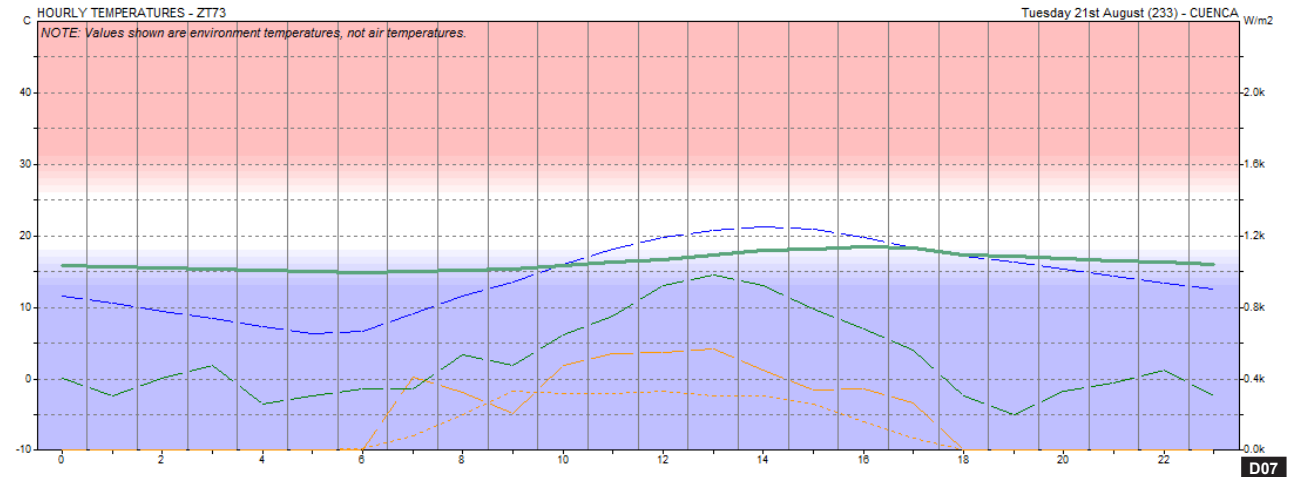
**D06:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Primera planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



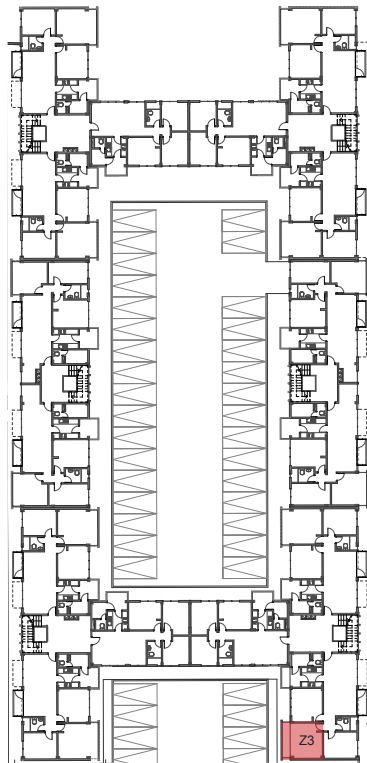
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

D07: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.

D08: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.



## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 3

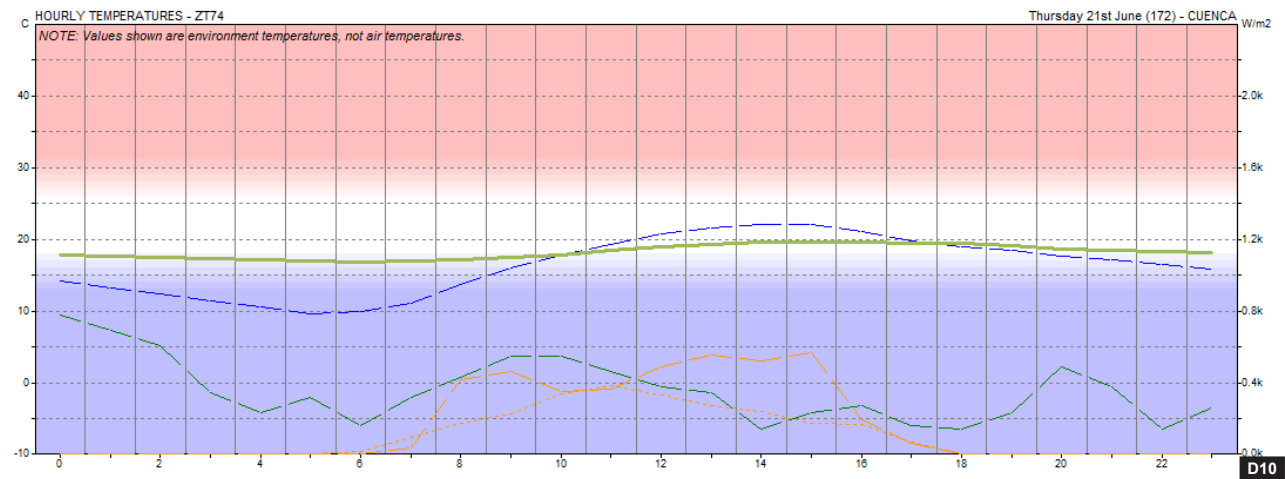
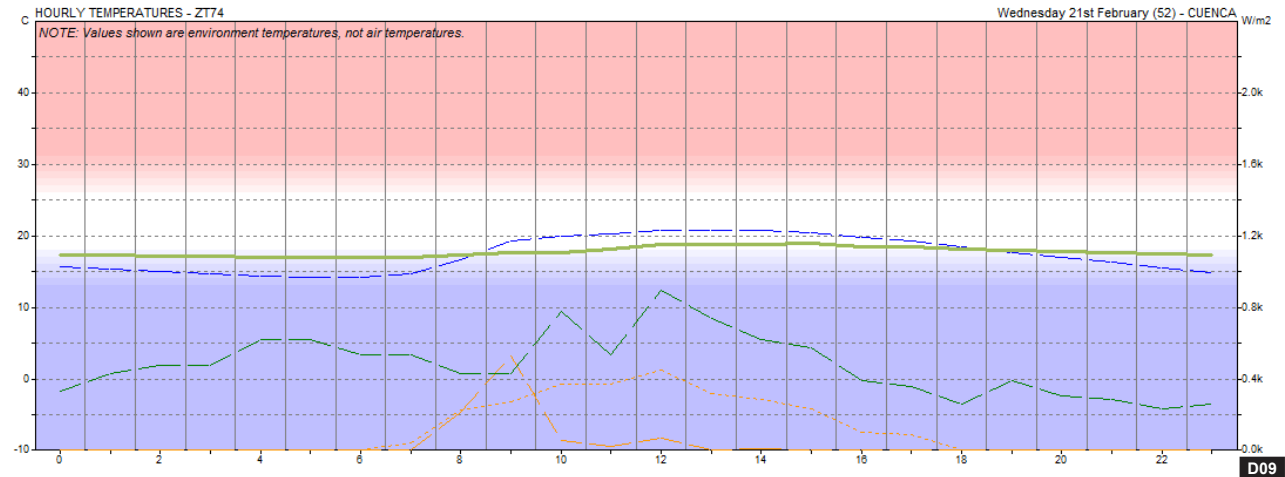


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z3 (dormitorio)	17,30 °C	16,60 °C	16,00 °C	17,10 °C

T06

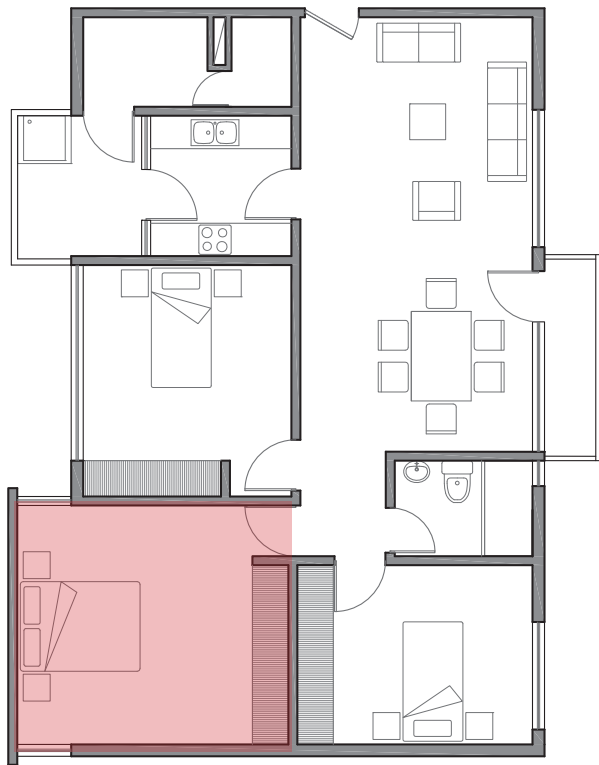
**P21:** Ubicación Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.  
**T06:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D09:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.  
**D10:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.

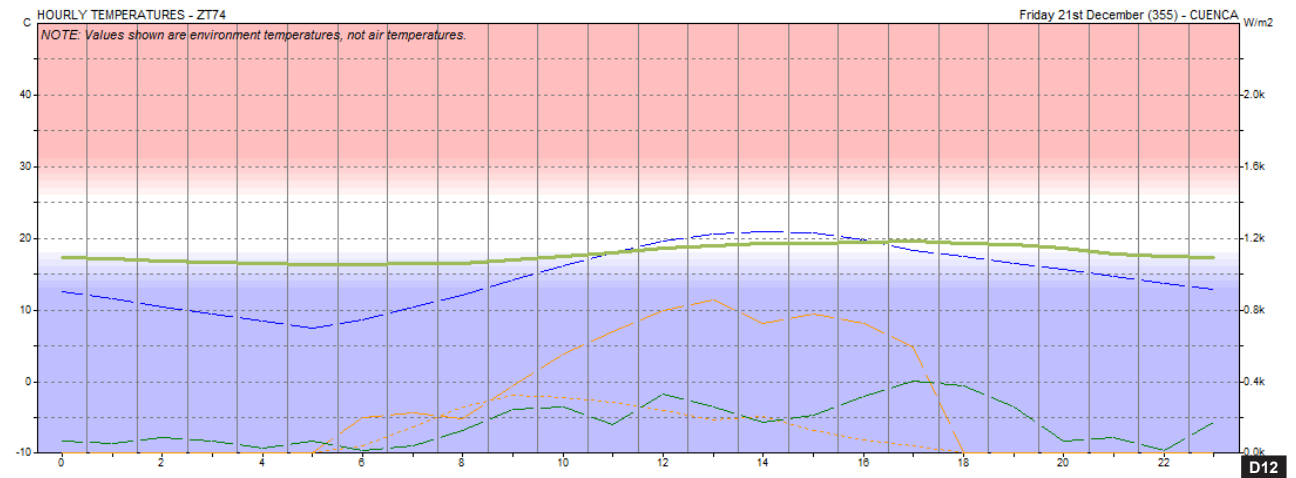
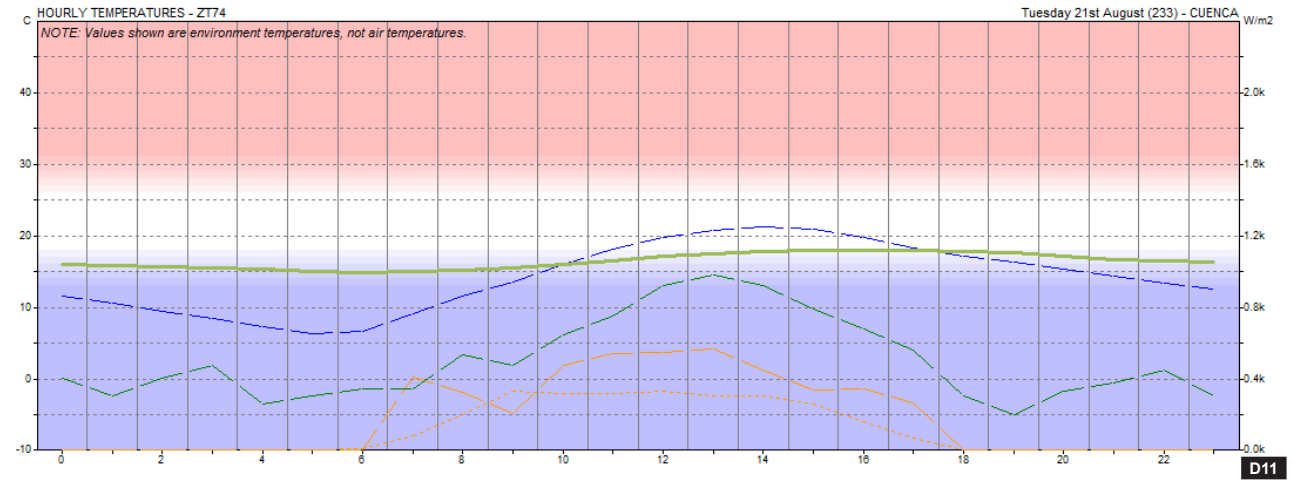




P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Primera planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



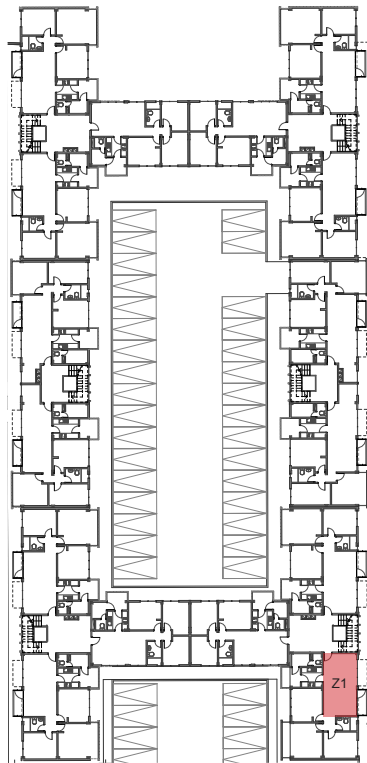
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

D11: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.

D12: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, primera planta alta.



## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 1

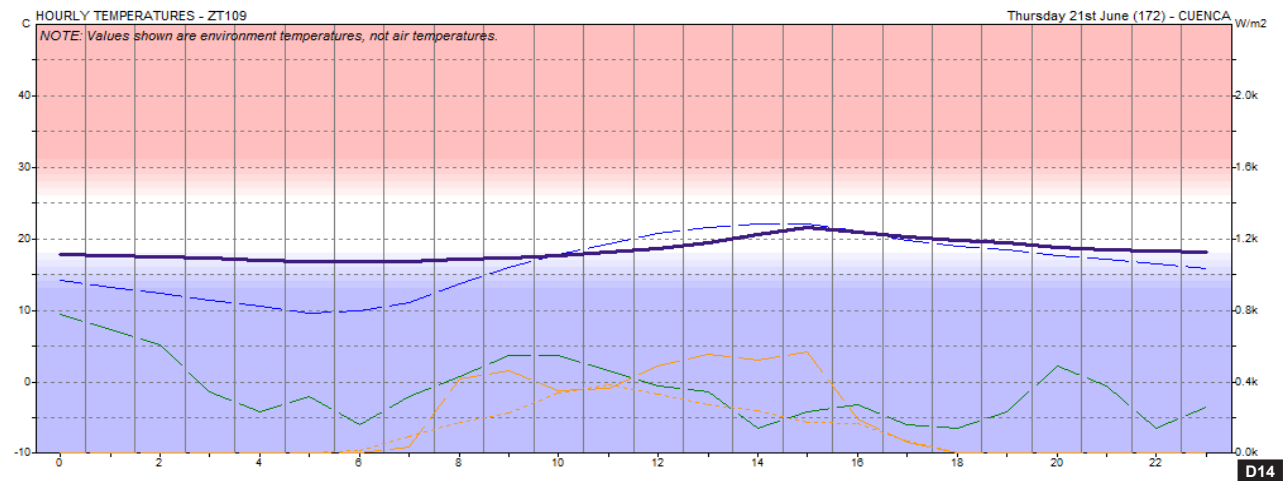
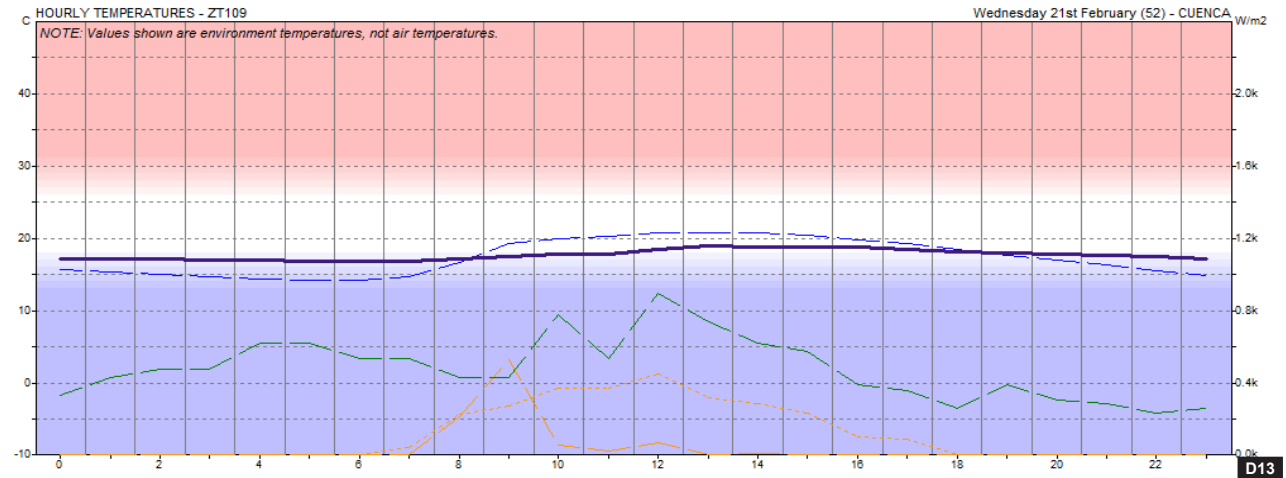


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z1 (sala - comedor)	17,80 °C	17,10 °C	16,50 °C	17,60 °C

T07

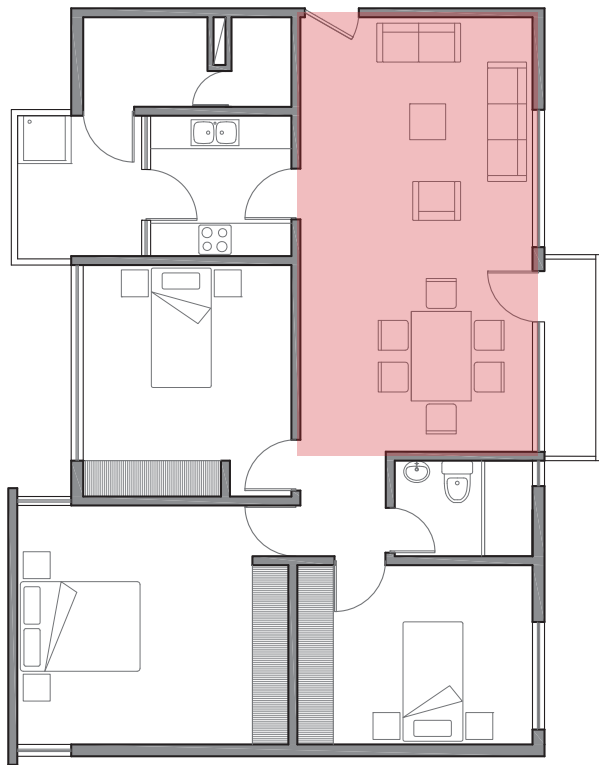
**P21:** Ubicación Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.  
**T07:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D13:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.

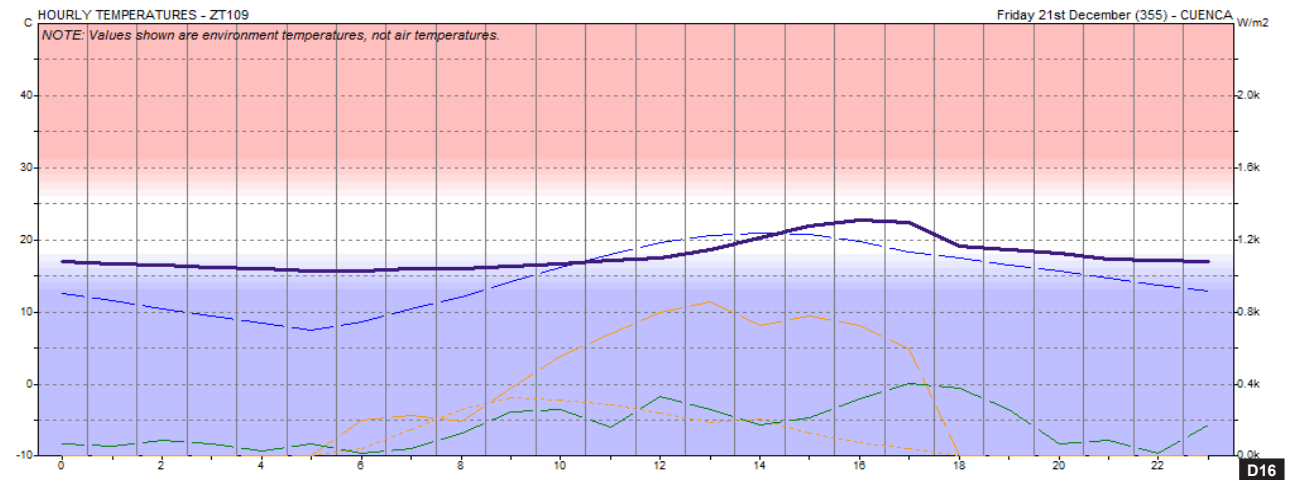
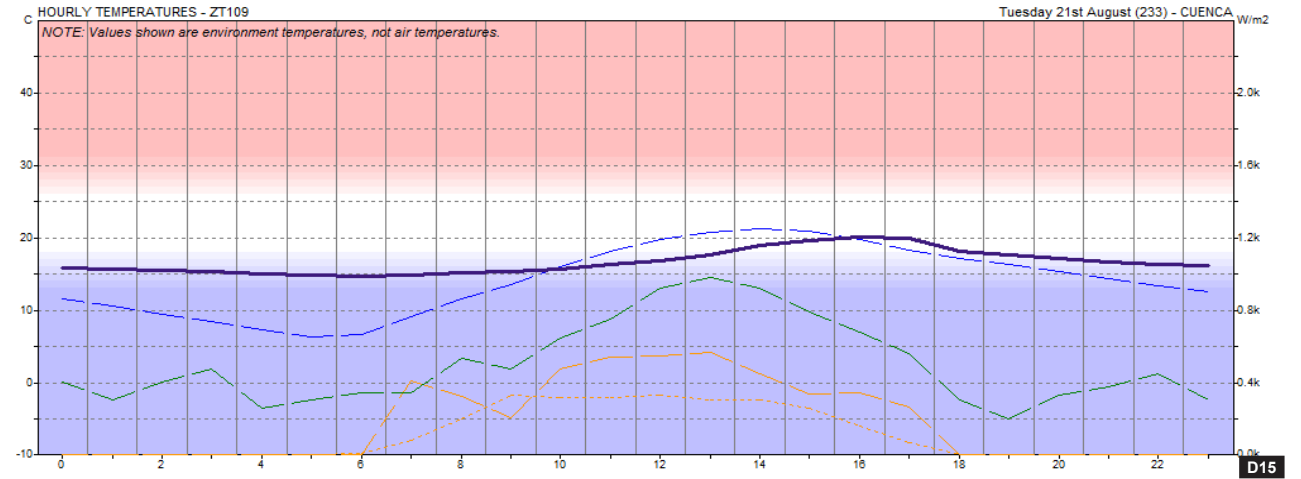
**D14:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Cuarta planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



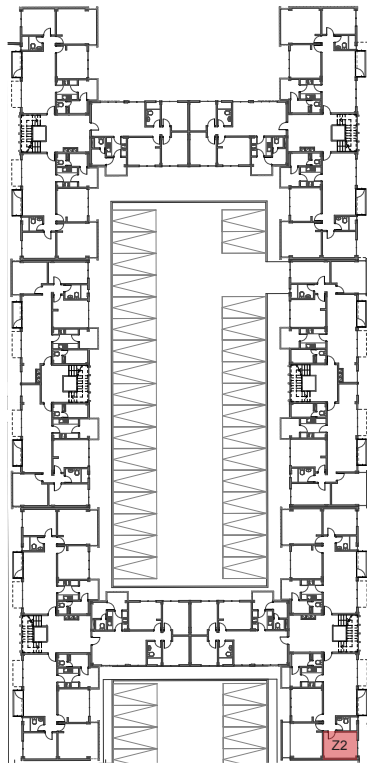
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

D15: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.

D16: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 1 (sala - comedor), departamento tipo B, cuarta planta alta.



## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 2

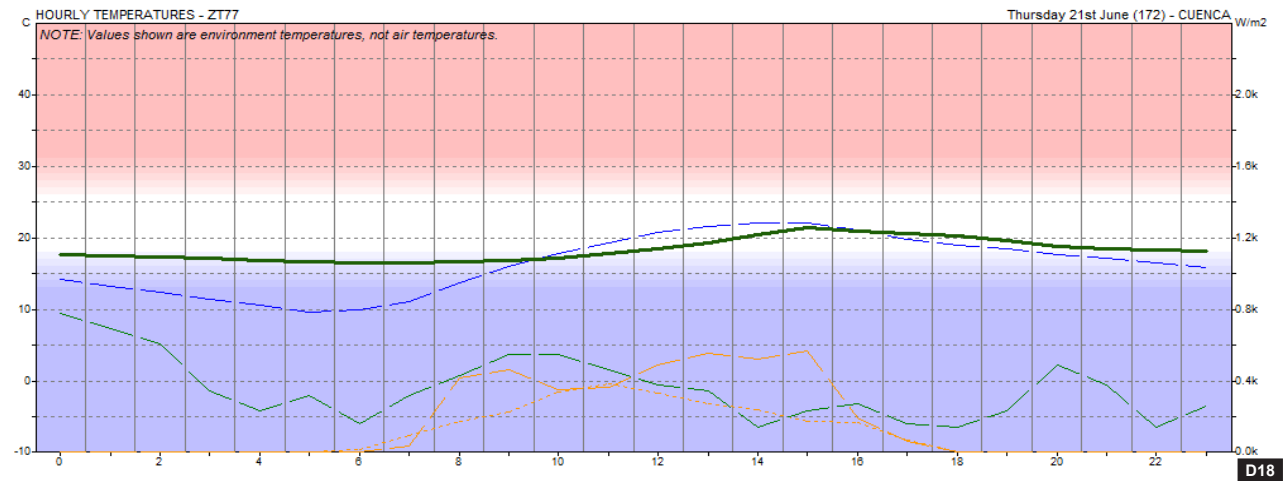
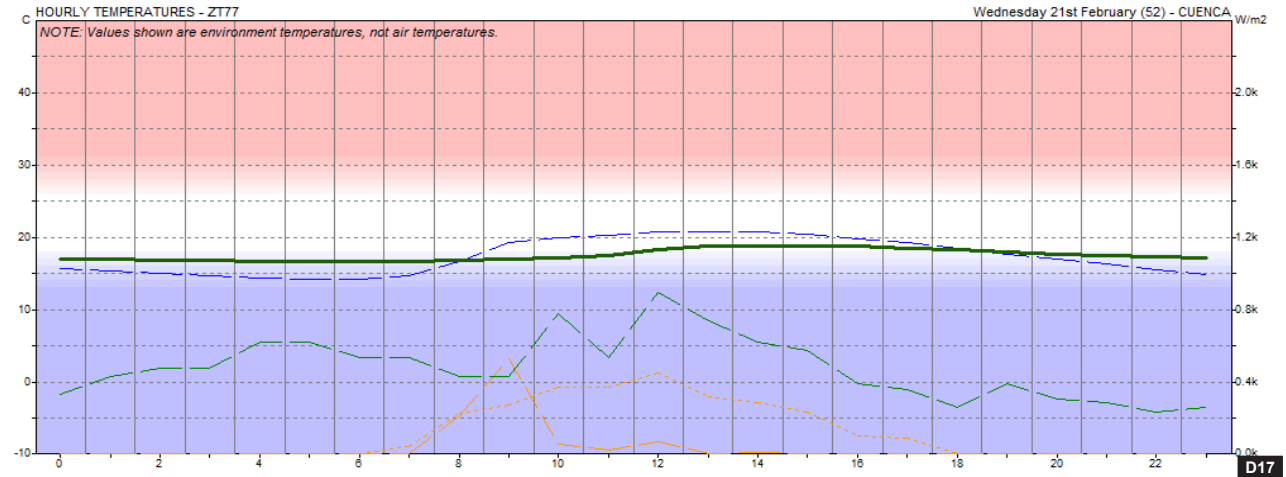


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z2 (dormitorio)	17,60 ° C	16,90 ° C	16,30 ° C	17,40 ° C

T08

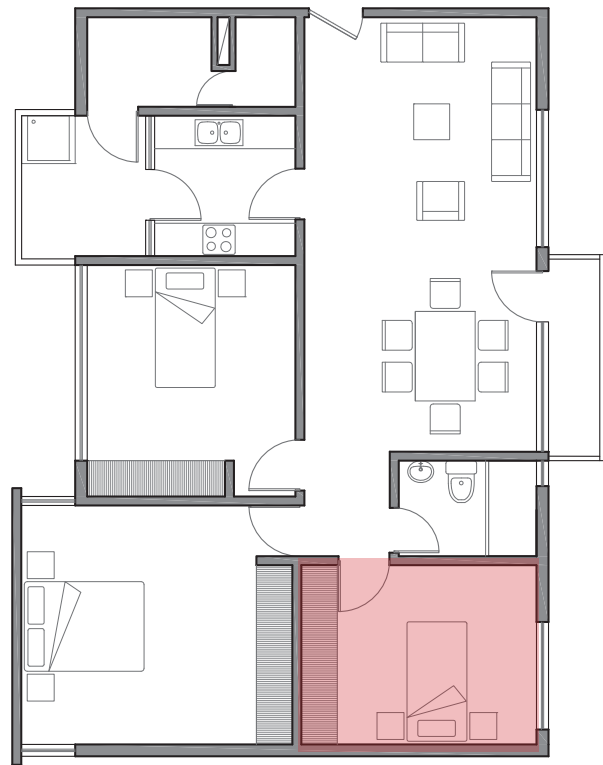
**P21:** Ubicación Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.  
**T08:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D17:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.

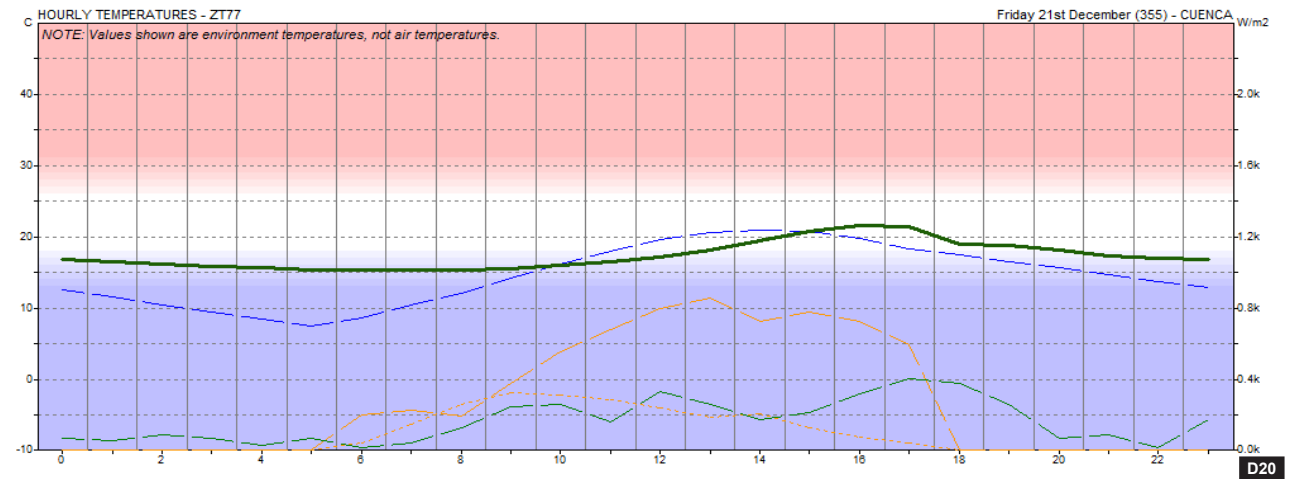
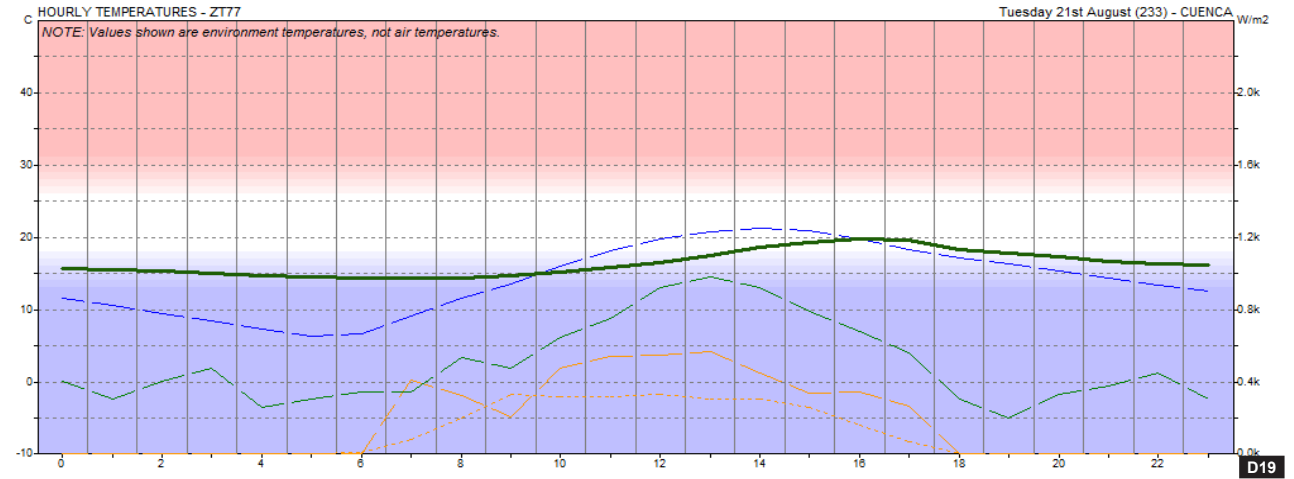
**D18:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Cuarta planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

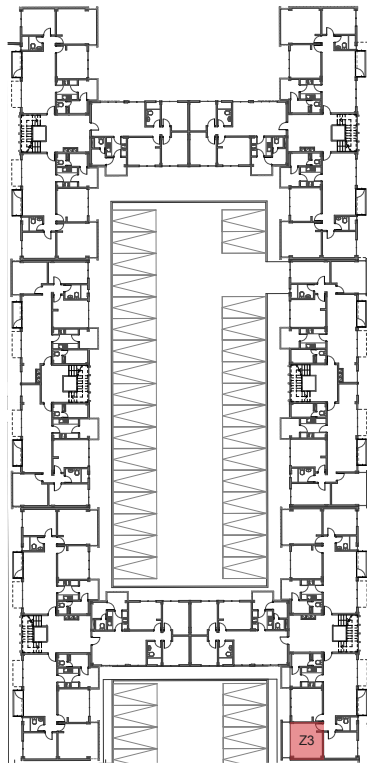
D19: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.

D20: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 2 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.





## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO B, ZONA 3

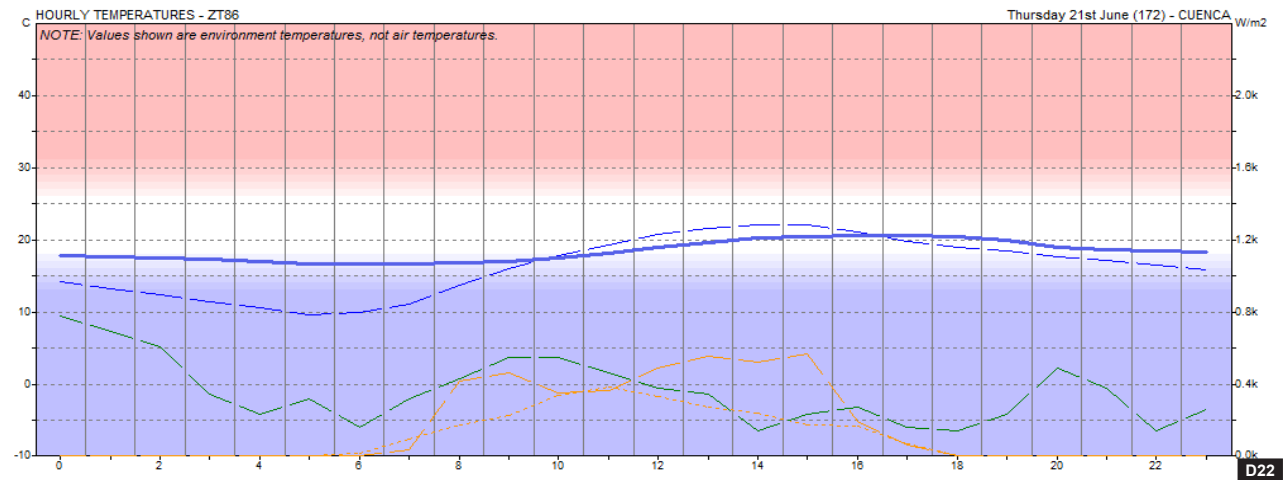
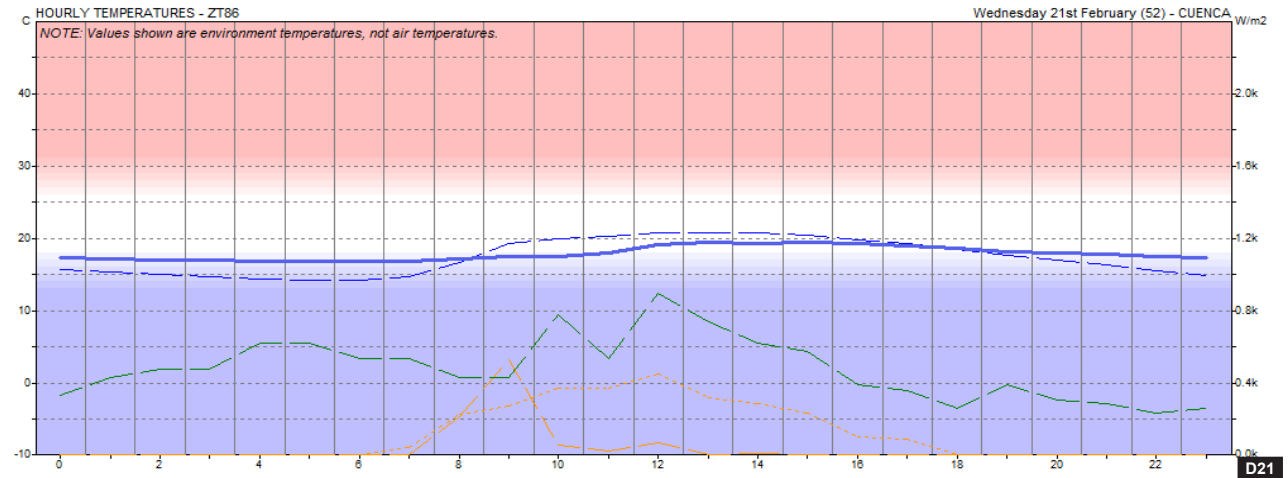


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z3 (dormitorio)	17,50 °C	16,80 °C	16,20 °C	17,40 °C

T09

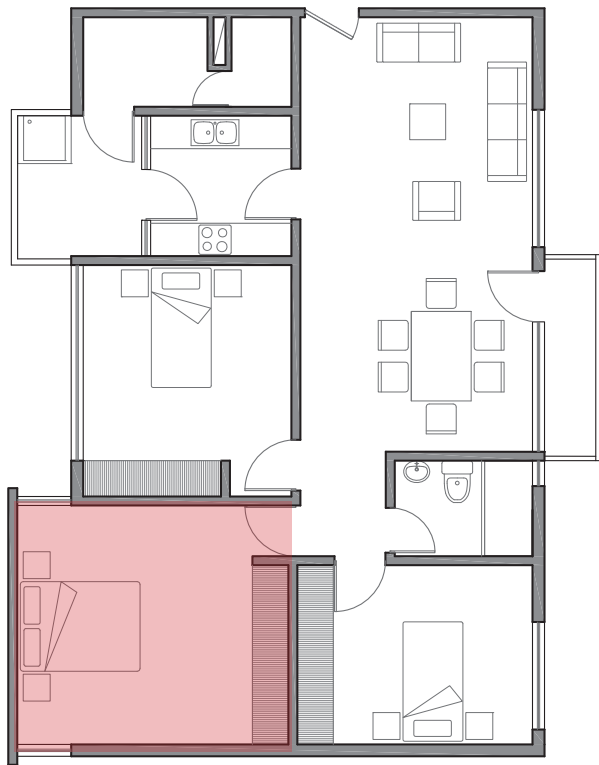
**P21:** Ubicación Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.  
**T09:** Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.



— Temperatura durante el día.  
 - - - Temperatura exterior durante el día.  
 - - - Velocidad del viento.  
 - - - Radiación solar.  
 - - - Radiación solar difusa.

**D21:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.

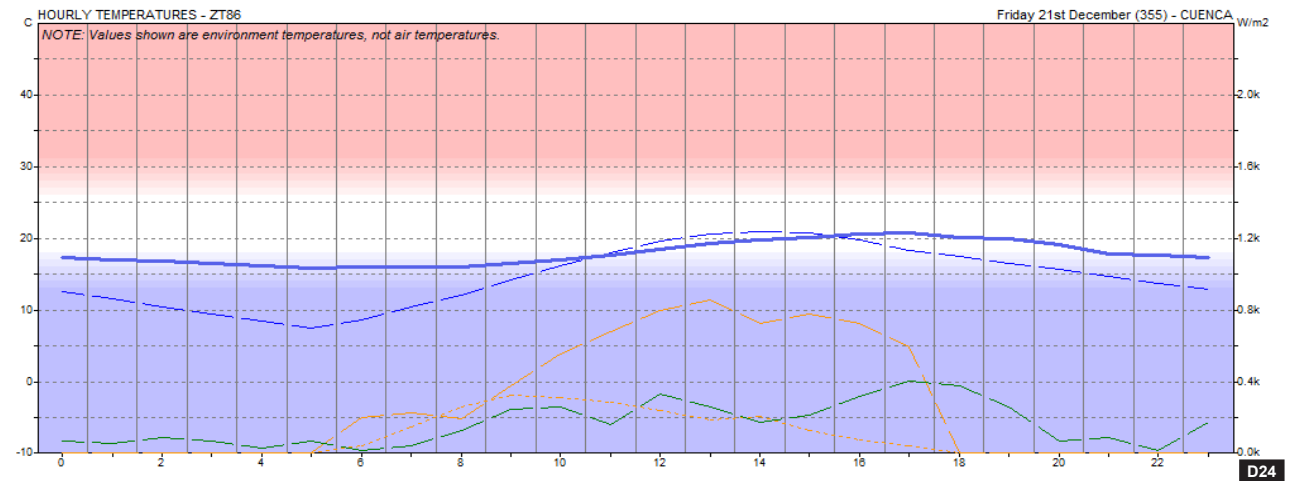
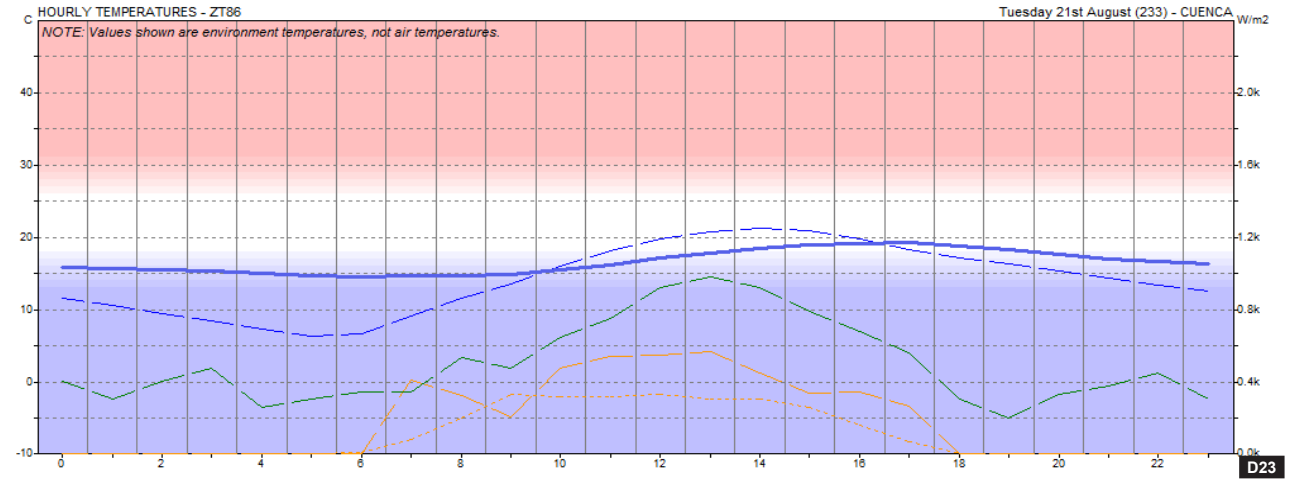
**D22:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo B. Cuarta planta alta.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



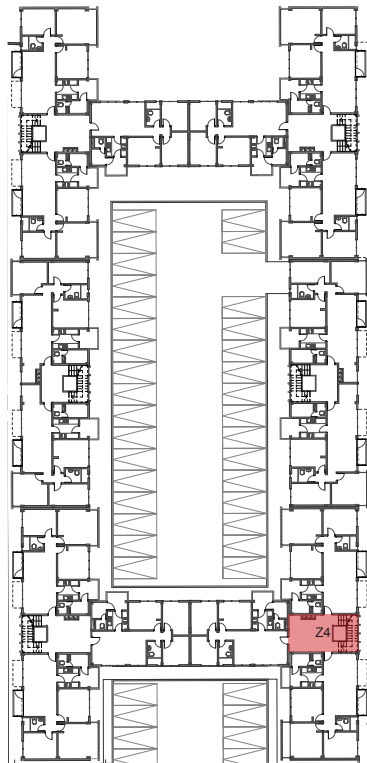
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

D23: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.

D24: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.



## SIMULACIÓN TÉRMICA - BLOQUE A, VESTÍ- BULO, ZONA 4

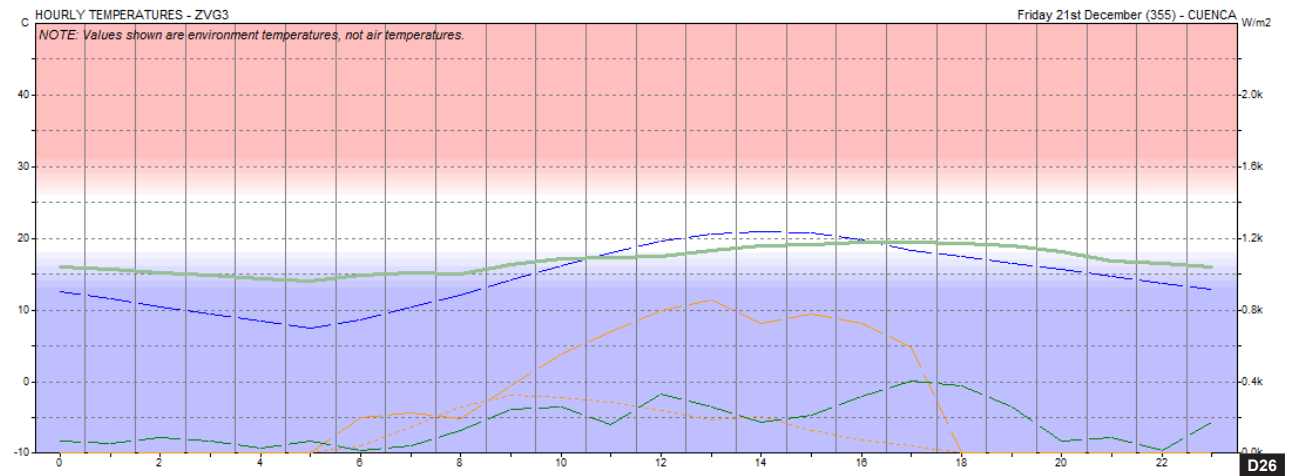
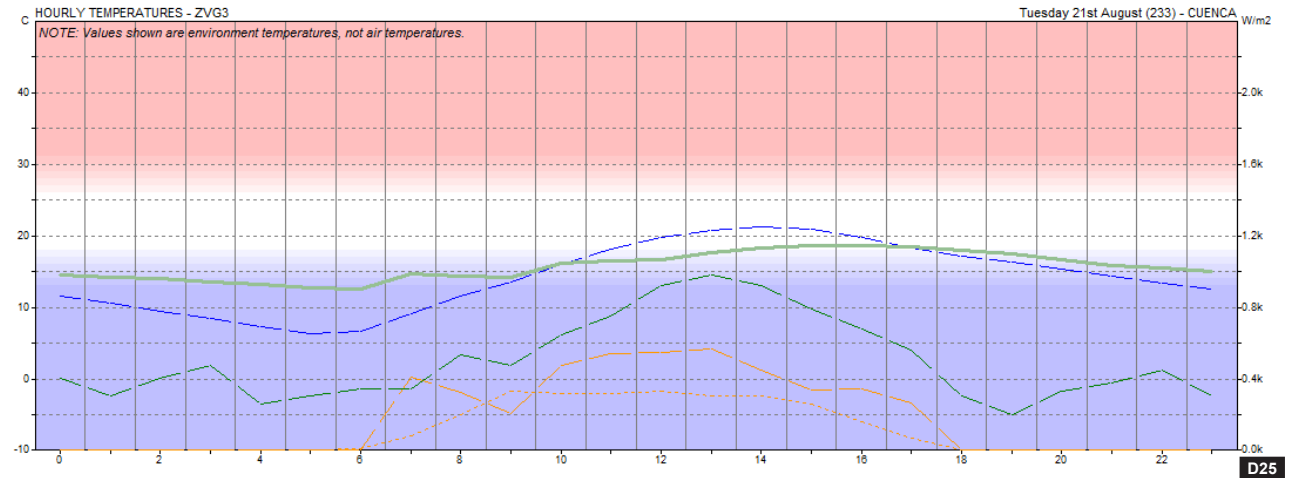


P21

Resumen de temperaturas				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z4 (vestíbulo)	16,60 ° C	15,90 ° C	15,30 ° C	16,40 ° C

T10

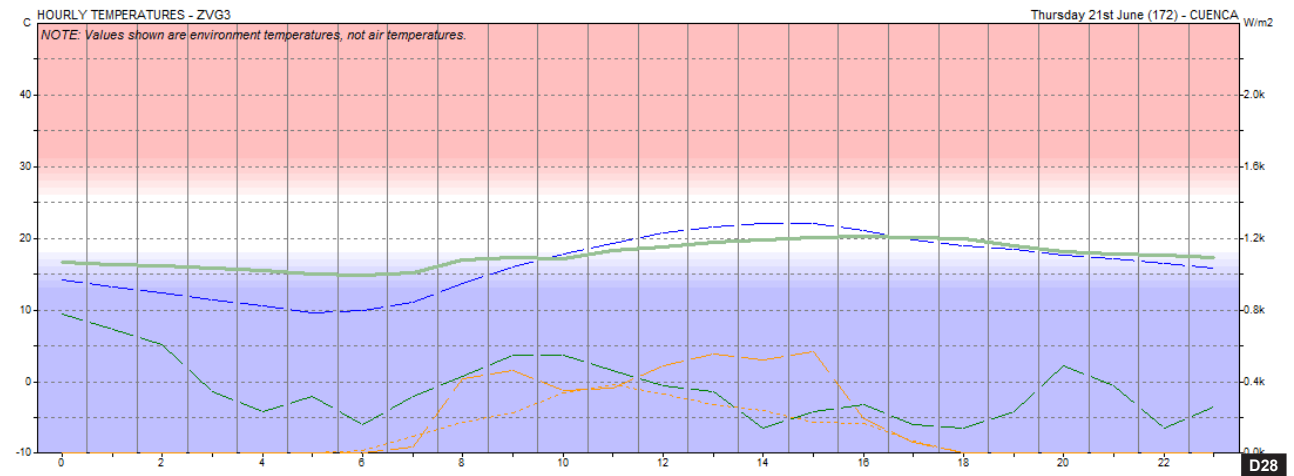
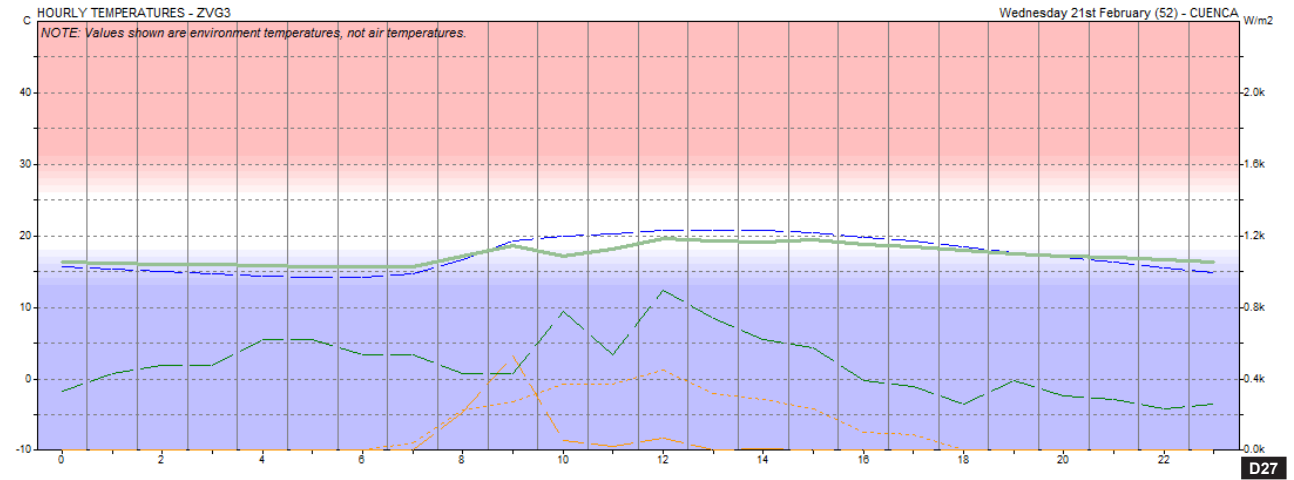
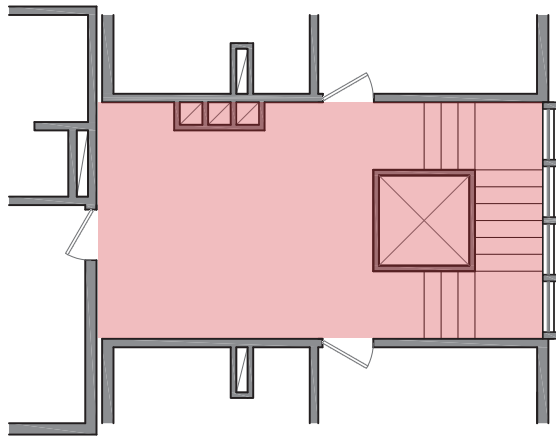
P21: Ubicación Zona 3 (dormitorio), departamento tipo B, cuarta planta alta.  
T10 : Tabla de resumen de las temperaturas diarias durante las fechas seleccionadas.  
Zona 4 (vestíbulo).



— Temperatura durante el día.  
- - - Temperatura exterior durante el día.  
- - - Velocidad del viento.  
- - - Radiación solar.  
- - - Radiación solar difusa.

D25: Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero. Zona 4 (vestíbulo).

D26: Diagrama de temperatura diaria, 21 de junio. Zona 4 (vestíbulo).



- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

P22: Planta arquitectónica del vestíbulo.

D27: Diagrama de temperatura diaria, 21 de agosto. Zona 4 (vestíbulo).  
D28: Diagrama de temperatura diaria, 21 de diciembre. Zona 4 (vestíbulo).



registrada de la ciudad de Cuenca en el Capítulo 02 y que fue proporcionada por el Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca, podemos identificar a los meses de diciembre, enero y febrero como los más calurosos, mientras que los meses de julio, agosto y septiembre, como los más fríos. Por lo tanto, la simulación se realiza para los meses de febrero, junio, agosto y diciembre, los resultados serán comparados con los datos climáticos registrados en el mes de septiembre.

La selección de los departamentos para el análisis, se la realizó en base a los resultados obtenidos en las encuestas, ya que al realizarse la misma a un 40 % de residentes de departamentos, nos permitió conocer de una manera general y aproximada donde se presentan las condiciones más desfavorables en cuanto a confort. Además, se consideró el diferente emplazamiento y la tipología, de esta manera se trata de conseguir datos climáticos con variaciones y diferencias entre las residencias, que posteriormente nos permitirán definir las estrategias para dar solución a los problemas de discomfort, en caso de existir.

También es necesario indicar que se realizó la simulación y toma de datos para departamentos de la planta baja (*plano P19*), considerados como los más desfavorables por su emplazamiento y las condiciones de sombra en la que se encuentran; y tam-

bién, en los departamentos de las primeras y cuartas plantas tipo (*plano P20*), considerando la misma ubicación para determinar como varía la temperatura de acuerdo a la planta en la que se encuentran ubicados. Para la simulación no se consideran todos los espacios del departamento, es suficiente realizar la misma para tres zonas diferentes; en nuestro caso, se consideran las zonas más desfavorables, y en los que hay permanencia de personas, como son el área social (sala - comedor), y dos dormitorios, uno de ellos con la menor apertura de vanos.

Finalmente, debido a la extensión de los resultados e imágenes, únicamente se incluyen en este capítulo las simulaciones y los datos registrados para el departamento tipo que se indica a continuación, como una muestra de la manera en que se abordaron las simulaciones y el registro de datos; el resto imágenes obtenidas se las adjuntará de manera general en la parte final de anexos. Además, para finalizar tenemos las conclusiones de las simulaciones y del registro de datos, con las comparaciones entre estos dos procedimientos, así como, las comparaciones con la normativa y citando de manera general las estrategias constructivas y climáticas a utilizar.

#### 5.3.24.1.4. CONCLUSIONES

Una vez realizado el proceso de la simulación para determinar el desempeño térmi-

Resumen total de temperaturas				
Primera planta alta				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z1 (sala - comedor)	17,60 ° C	16,90 ° C	16,30 ° C	17,40 ° C
Z2 (dormitorio)	17,40 ° C	16,70 ° C	16,10 ° C	17,20 ° C
Z3 (dormitorio)	7,30 ° C	16,60 ° C	16,00 ° C	17,10 ° C
Cuarta planta alta				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z1 (sala - comedor)	17,80 ° C	17,10 ° C	16,50 ° C	17,60 ° C
Z2 (dormitorio)	17,60 ° C	16,90 ° C	16,30 ° C	17,40 ° C
Z3 (dormitorio)	17,50 ° C	16,80 ° C	16,20 ° C	17,40 ° C
Vestíbulo				
Zona	Febrero	Junio	Agosto	Diciembre
Z4 (vestíbulo)	16,60 ° C	15,90 ° C	15,30 ° C	16,40 ° C

T11

T11: Tabla de resumen de las temperaturas diarias simuladas durante las fechas seleccionadas. Todas las zonas.



co de los departamentos más desfavorables en el Complejo de Multifamiliares del IESS, se presentan los resultados de la misma (*tabla T11*). Como podemos observar los datos obtenidos se encuentran dentro de un rango entre los 15 a 18 ° C.; considerando la normativa, son valores que no se encuentran dentro del rango de confort.

En este caso, es importante indicar que los datos que se presentan son el resultado del promedio de las variaciones de temperatura durante el día, es decir, considerando las bajas temperaturas en la noche y las altas durante el día. Además, si nos fijamos en los diagramas de temperatura (*diagramas D01- D28*), podemos observar claramente que la temperatura durante el día se encuentra dentro de una rango entre 18 a 21 ° C., y puede llegar a alcanzar los 23 ° C., es decir, temperaturas que se encuentran dentro del rango del confort térmico (18 - 26° C.); por lo que en principio no se necesita implementar estrategias para mejorar el confort.

Finalmente, indicamos que en los departamentos durante el proceso de simulación no se consideró el mobiliario específico para cada espacio, ni los equipos electrónicos que generan calor, y tampoco las personas que ocupan las residencias y que emiten calor de sus cuerpos. “El cuerpo humano no dispone de ningún sistema de almacenamiento térmico y debe disipar el calor que

genera”.<sup>37</sup>

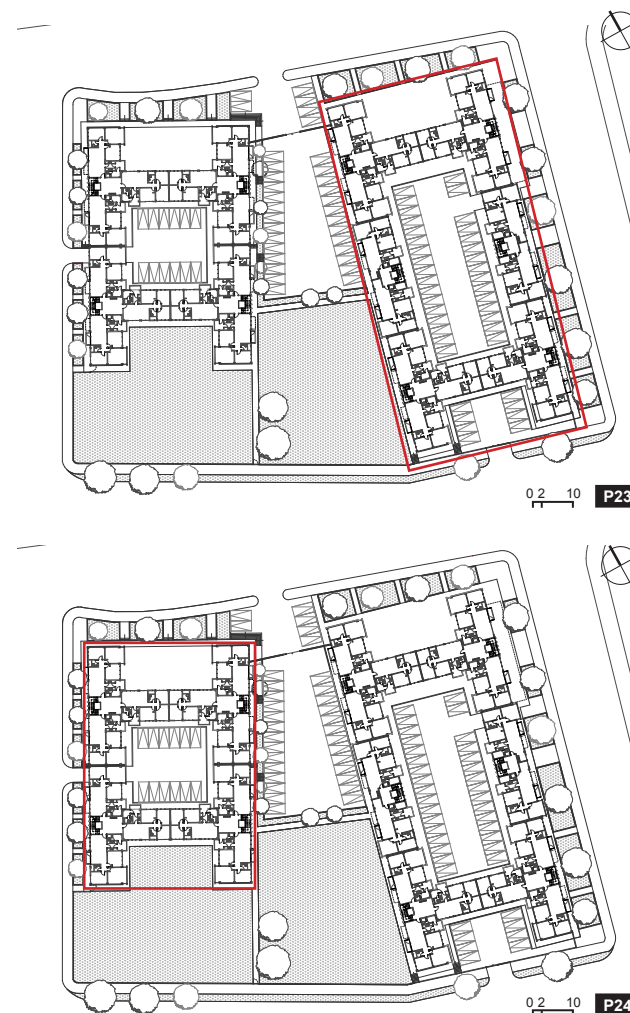
#### 5.3.24.1.5. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DEL CONFORT LUMÍNICO

Se realiza el análisis del confort lumínico mediante la simulación y también con el registro de datos lumínicos directo en las residencias y diferentes espacios comunes como vestíbulos y escaleras del Complejo de Multifamiliares del IESS.

#### 5.3.24.1.6. SIMULACIÓN LUMÍNICA EN EL PROGRAMA AUTODESK ECOTECT

De la misma manera que en la simulación térmica, se utiliza el programa Autodesk Ecotect para determinar la iluminación natural en los diferentes espacios del Complejo de Multifamiliares del IESS, considerando los espacios de los departamentos, así como los vestíbulos y escaleras.

En el caso lumínico realizamos las simulaciones para los solsticios (junio y diciembre) y equinoccios (marzo y septiembre), que son las fechas más desfavorables para la iluminación natural. Se considera la planta baja y las primeras y cuartas plantas tipo de cada bloque, y de cada planta se selecciona un departamento tipo para su análisis, durante las horas 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00, de esta manera se desea registrar



P23: Planta tipo actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Ubicación del bloque A seleccionado para simulación y registro de datos.

P24: Planta tipo actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Ubicación del bloque B seleccionado para simulación y registro de datos.

37 Marco Vitruvio: Fue un arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano del siglo I a. C.



la mayor cantidad de datos lumínicos que nos permitan dar solución a espacios oscuros durante la mayor cantidad de horas del día, de manera que se alcancen los valores que recomienda la normativa.

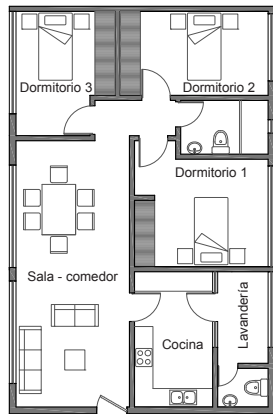
Es importante indicar que la totalidad de imágenes de la simulación lumínica como en el caso térmico se incluyen en la parte final de anexos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



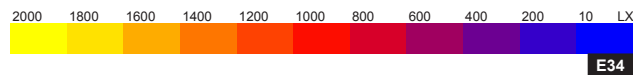
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, PLANTA BAJA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



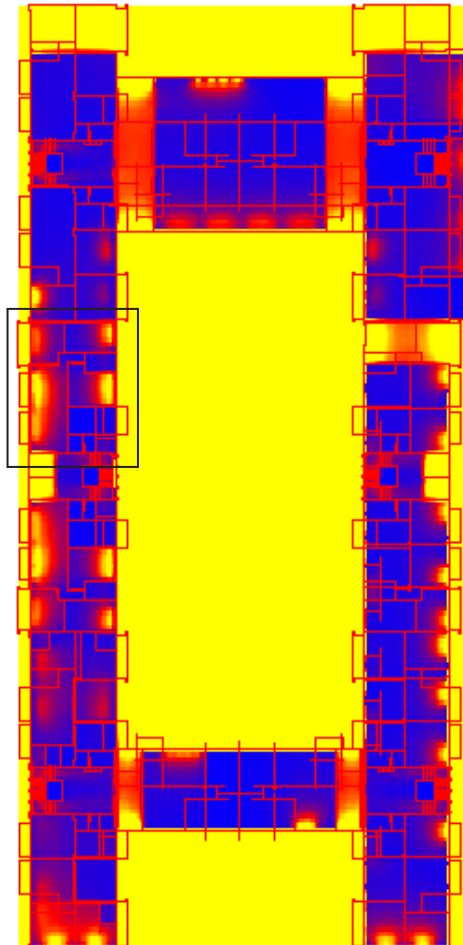
P25

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Planta baja					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	100	100	100	100	100
Sala - Comedor	600	1100	1200	900	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	900	1000	900	700	600
Dormitorio 2	700	900	800	600	500
Dormitorio 3	700	800	700	600	500

T12

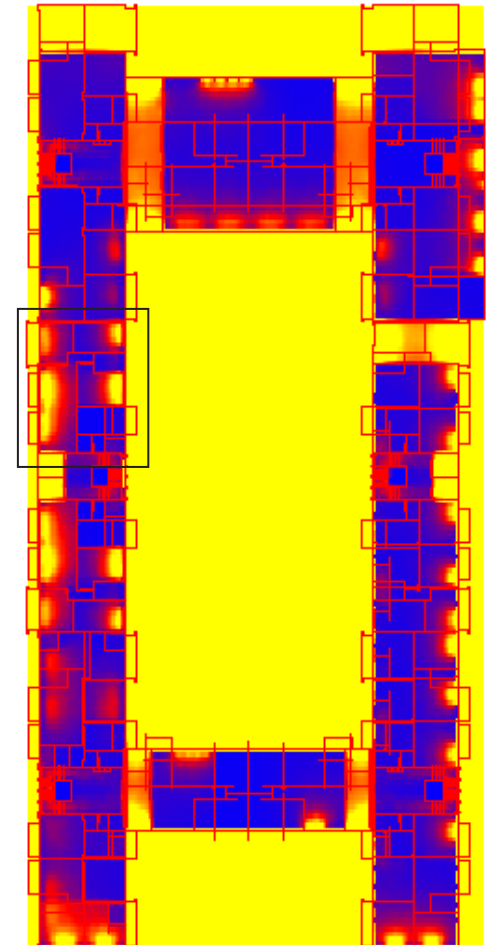


8:00



L01

10:00



L02

P25: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

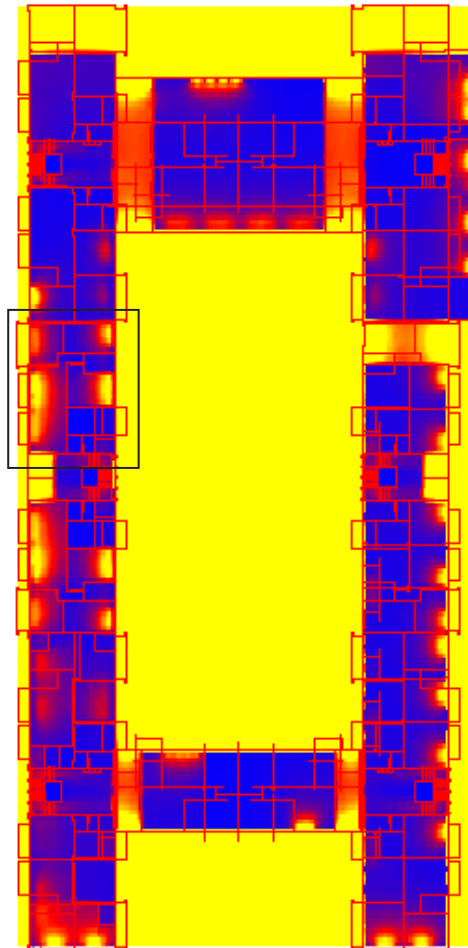
T12: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

E34: Escala de iluminación (lux)

L01: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de diciembre, 8:00.

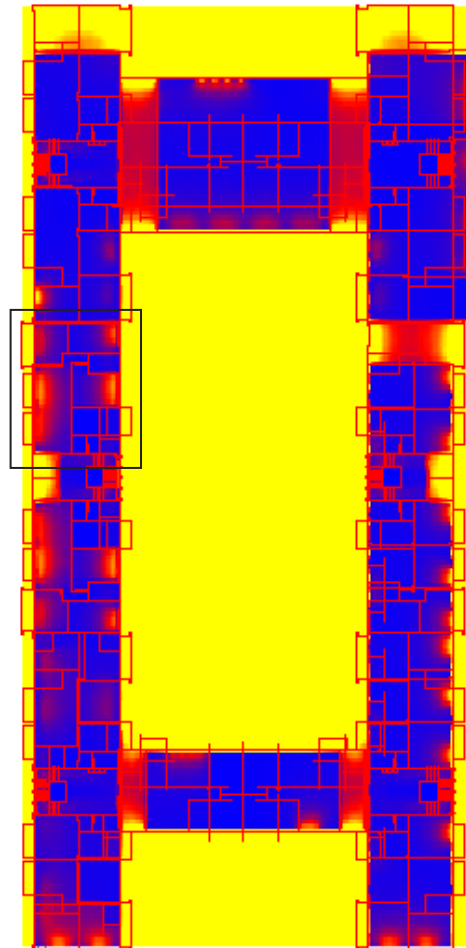
L02: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de diciembre, 10:00.

12:00



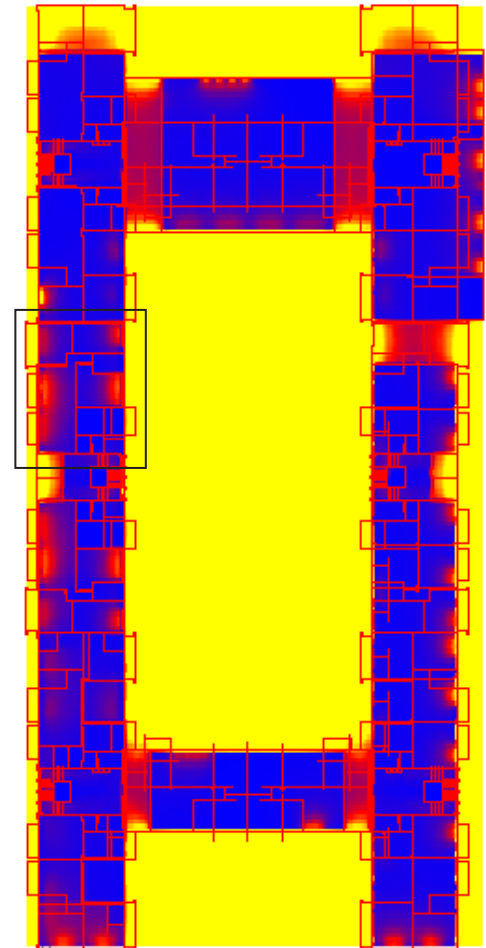
L03

14:00



L04

16:00



L05

L03: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de diciembre, 12:00.

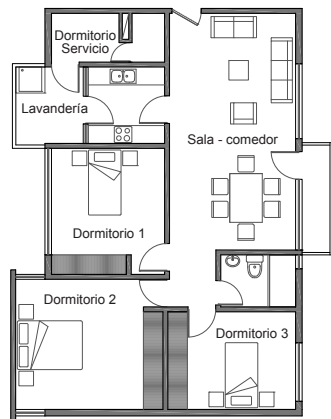
L04: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de diciembre, 14:00.

L05: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de diciembre, 16:00.





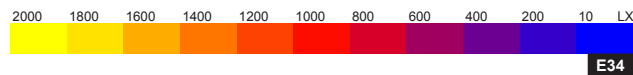
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, PRIME- RA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



P26

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Primera planta tipo					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	700	1000	1200	1000	800
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	700	1000	1100	1000	900
Dormitorio 2	100	200	200	200	100
Dormitorio 3	600	900	1000	900	700

T13



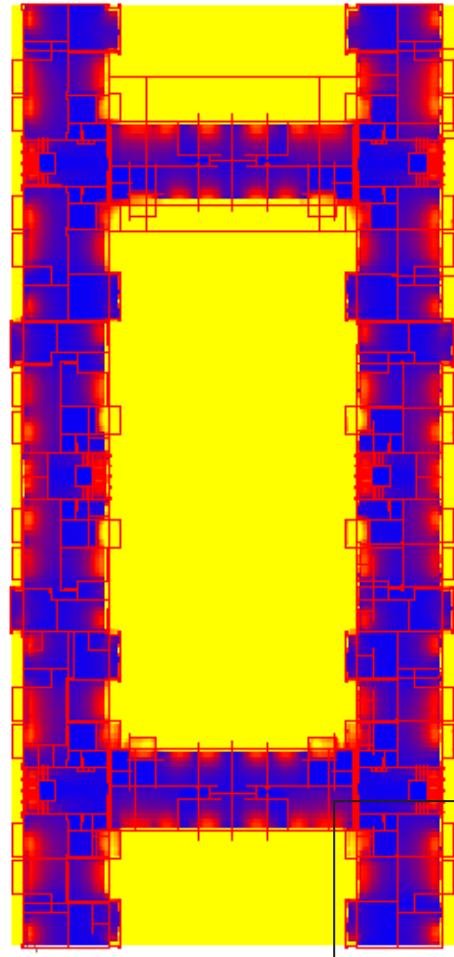
E34

P26: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

T13: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

E34: Escala de iluminación (lux)

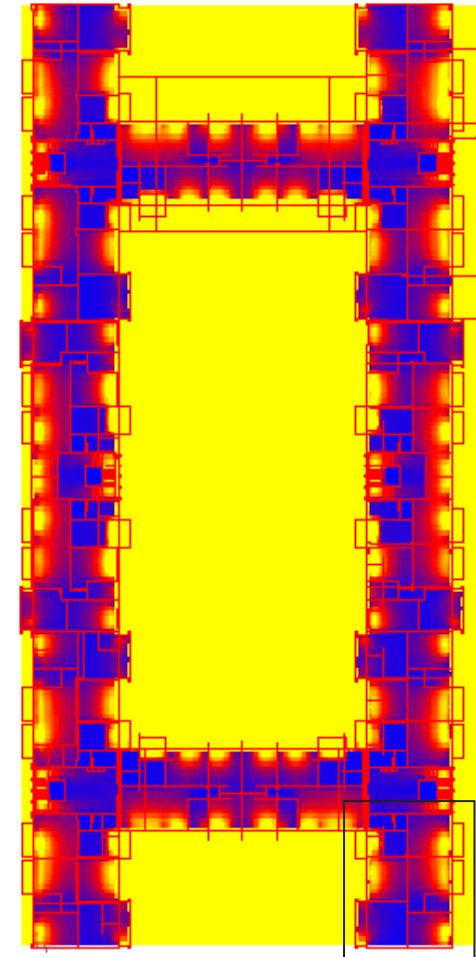
8:00



L06

L06: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 8:00.

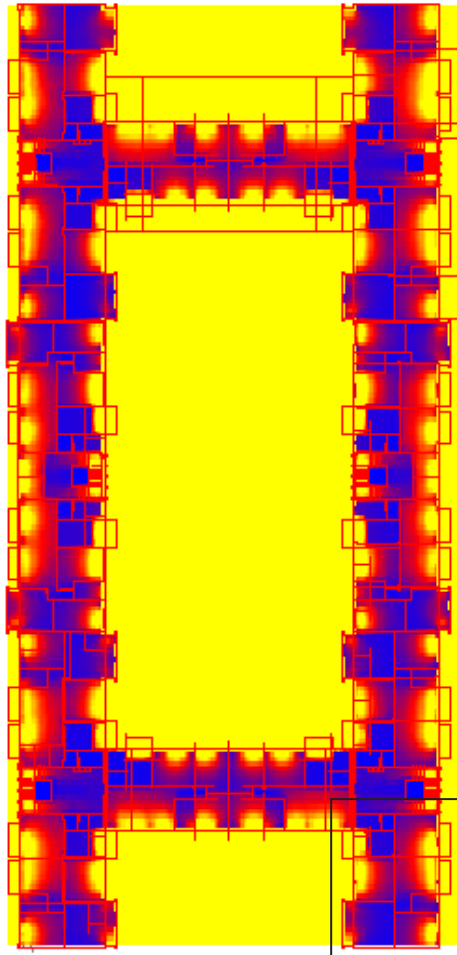
10:00



L07

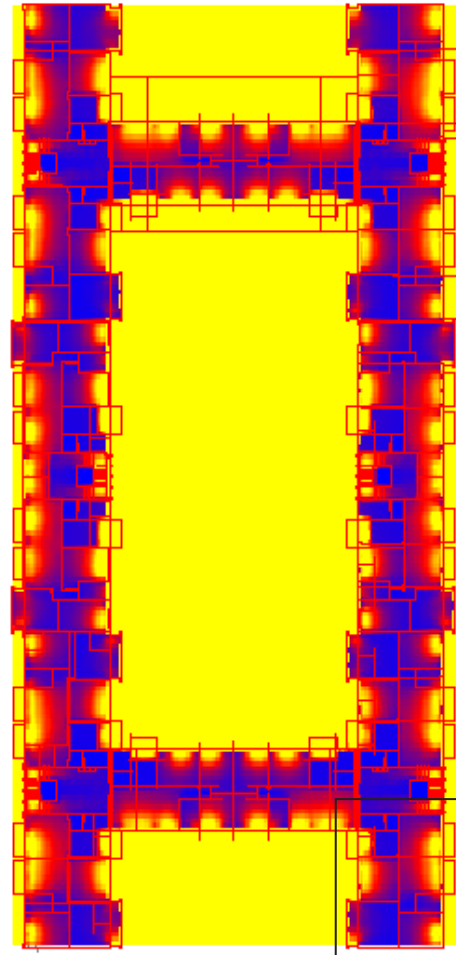
L07: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 10:00.

12:00



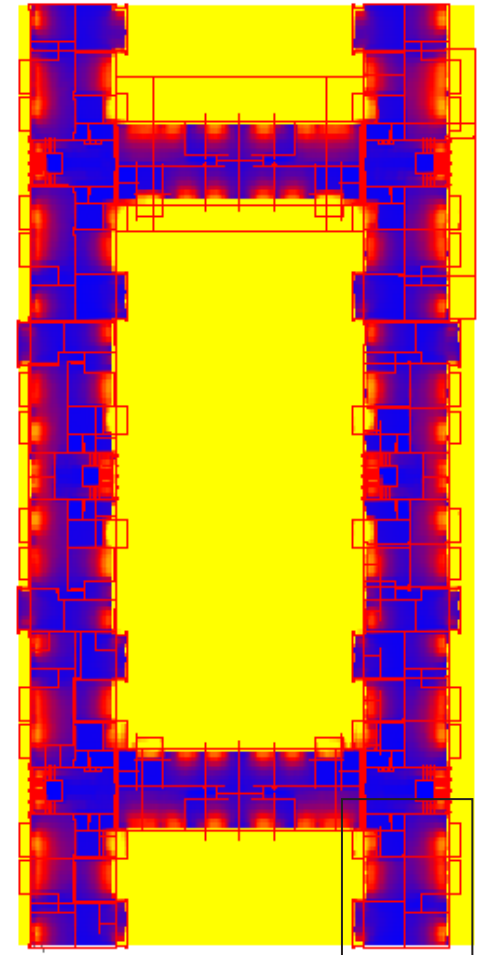
L08

14:00



L09

16:00



L10

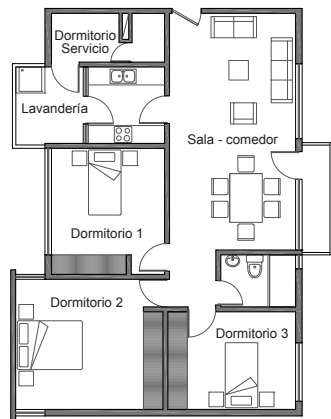
**L08:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 12:00.

**L09:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 14:00.

**L10:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 16:00.



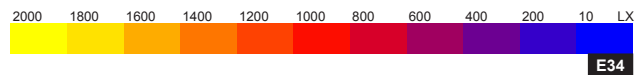
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



P26

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Cuarta planta tipo					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	800	1100	1300	1100	900
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	800	1100	1200	1100	900
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	700	1000	1100	1000	800

T14



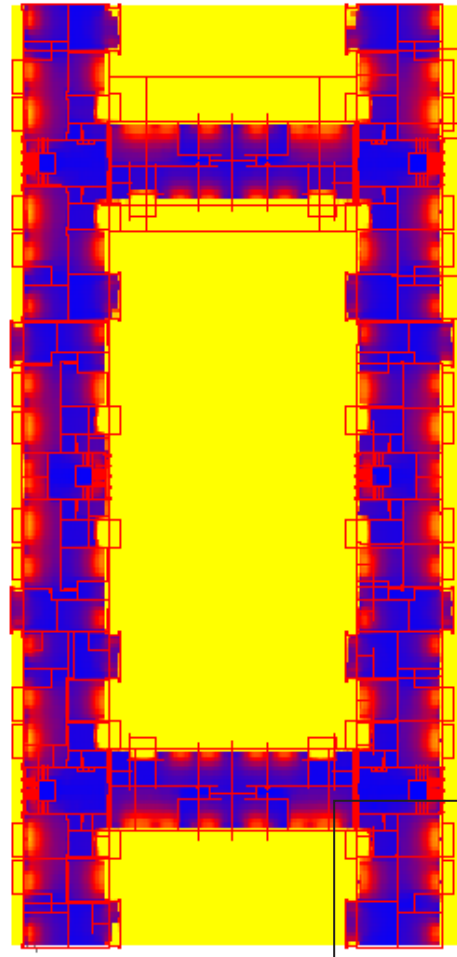
E34

P26: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

T14: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

E34: Escala de iluminación (lux)

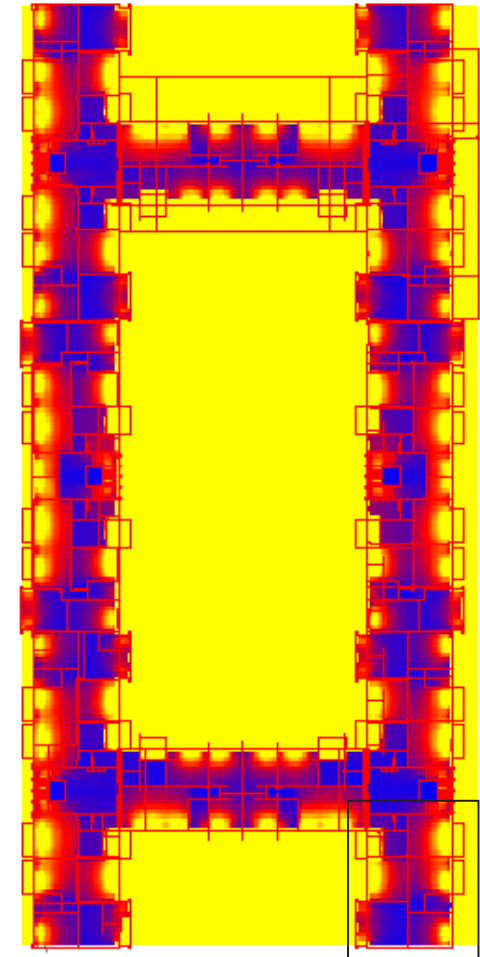
8:00



L11

L11: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 8:00.

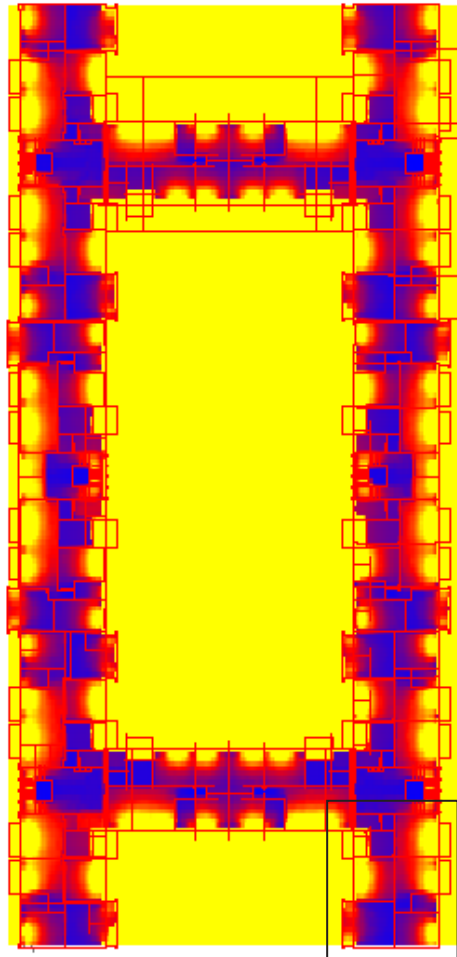
10:00



L12

L12: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 10:00.

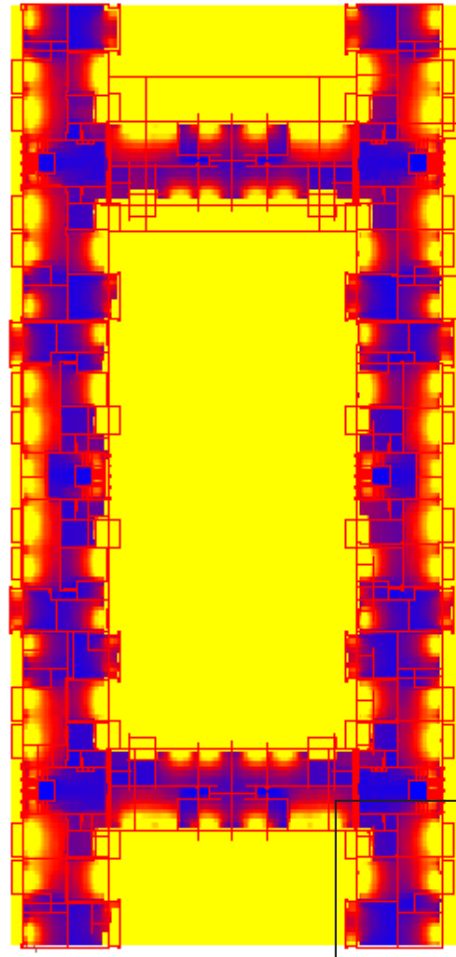
12:00



L13

L13: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 12:00.

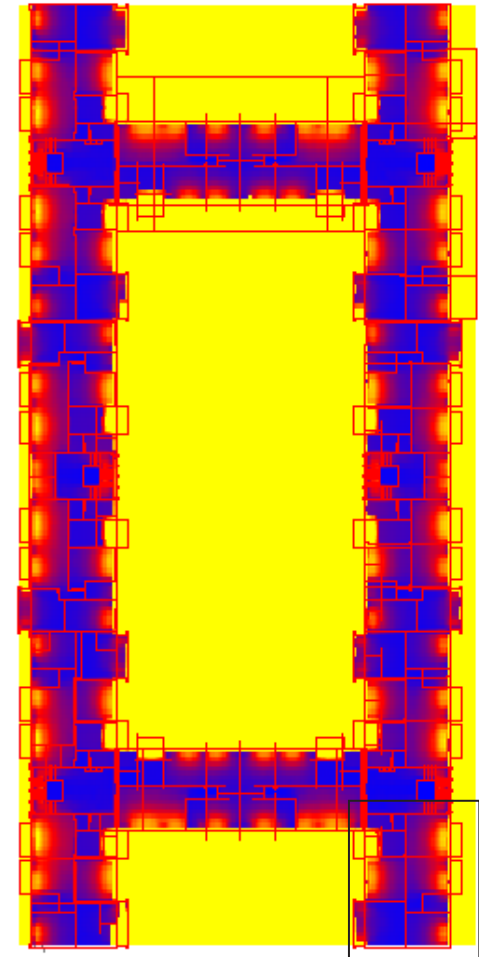
14:00



L14

L14: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 14:00.

16:00

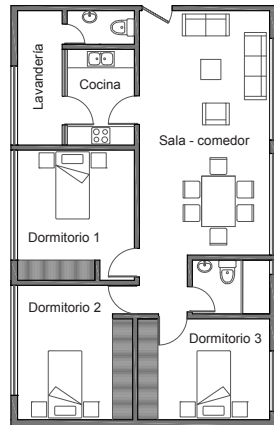


L15

L15: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de diciembre, 16:00.



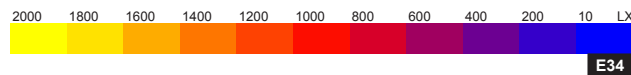
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, PLANTA BAJA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



P27

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Planta baja					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	600	1100	1300	1100	600
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	600	800	900	800	600
Dormitorio 2	500	600	600	500	400
Dormitorio 3	600	800	800	700	500

T15

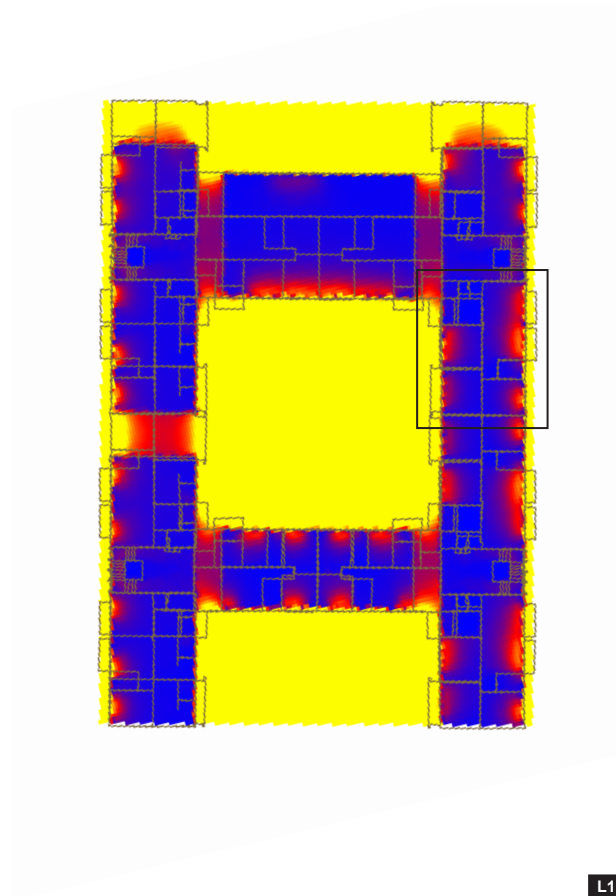


P27: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

T15: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

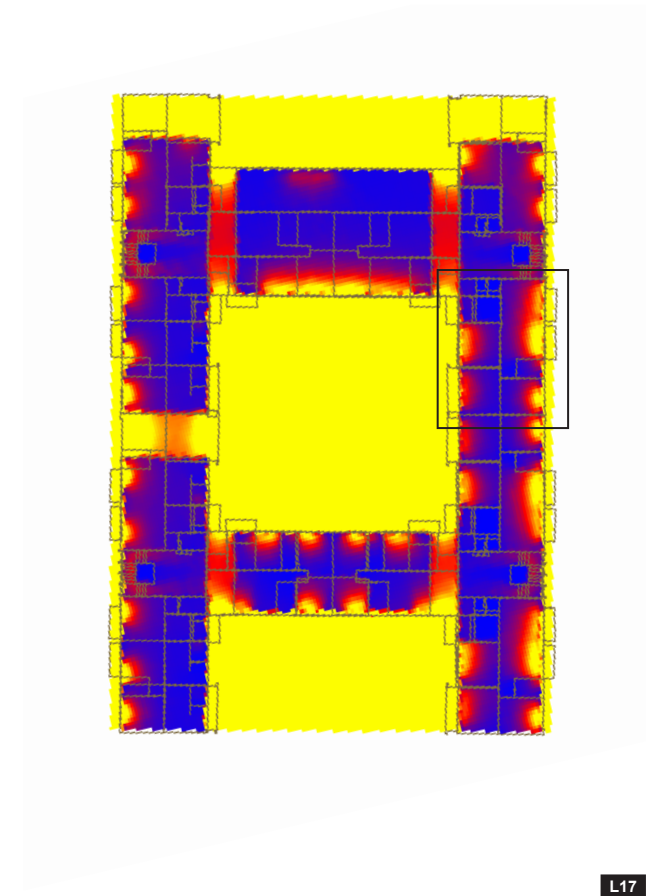
E34: Escala de iluminación (lux)

8:00



L16: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de diciembre, 8:00.

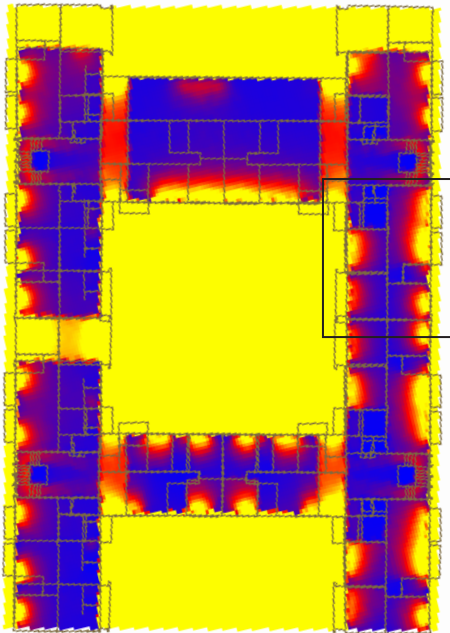
10:00



L17: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de diciembre, 10:00.

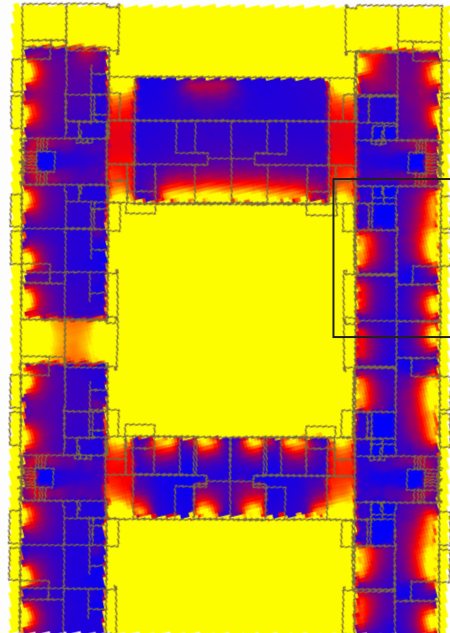


12:00



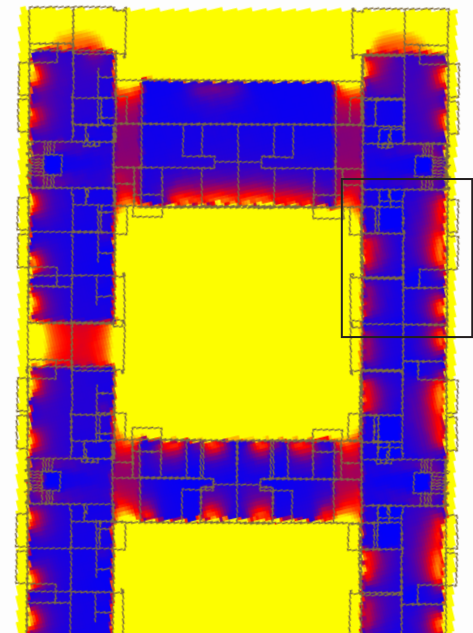
L18

14:00



L19

16:00



L20

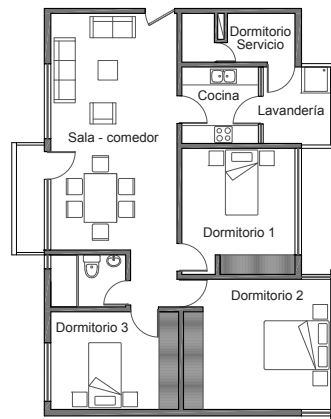
L18: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de diciembre, 12:00.

L19: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de diciembre, 14:00.

L20: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de diciembre, 16:00.



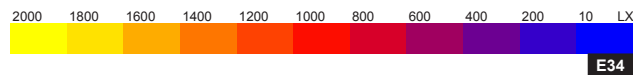
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, PRIME- RA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



P28

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Primera planta tipo					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	700	900	1100	900	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	600	800	900	700	600
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	600	800	900	800	700

T16

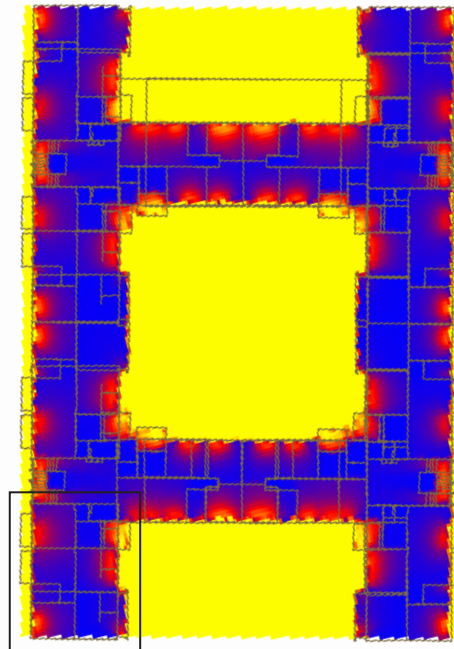


P28: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

T16: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

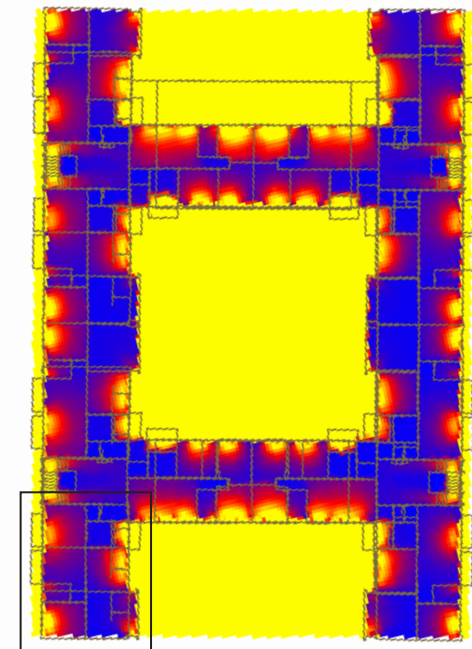
E34: Escala de iluminación (lux)

8:00



L21

10:00



L22

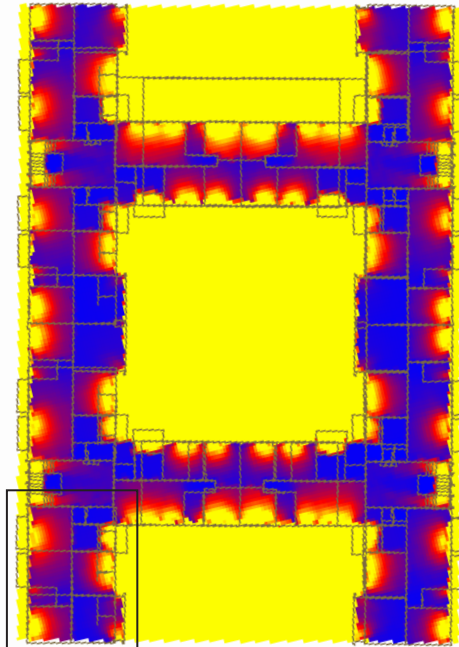
L21: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 8:00.

L22: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 10:00.

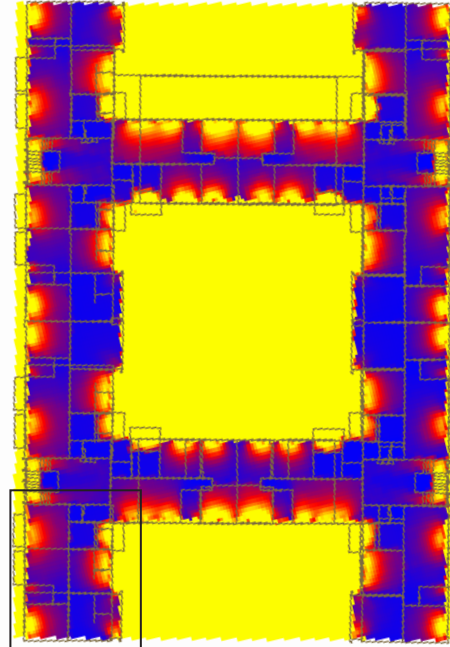
12:00

14:00

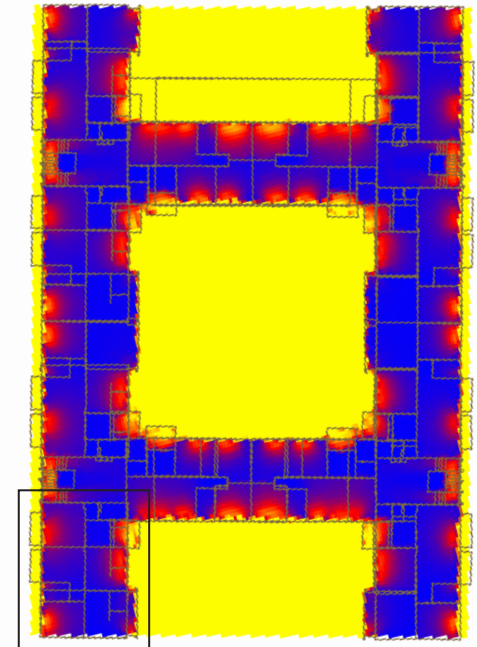
16:00



L23



L24



L25

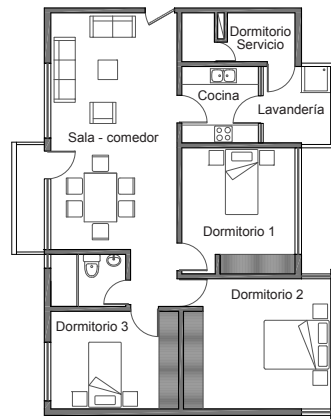
**L23:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 12:00.

**L24:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 14:00.

**L25:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 16:00.



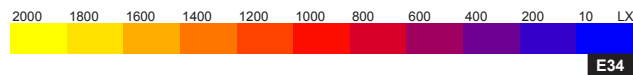
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, CUARTA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE DICIEMBRE



P28

Resumen de iluminación natural departamento tipo					
Cuarta planta tipo					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	1200	1400	1300	1000	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	700	900	1000	800	700
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	700	900	1000	900	800

T17

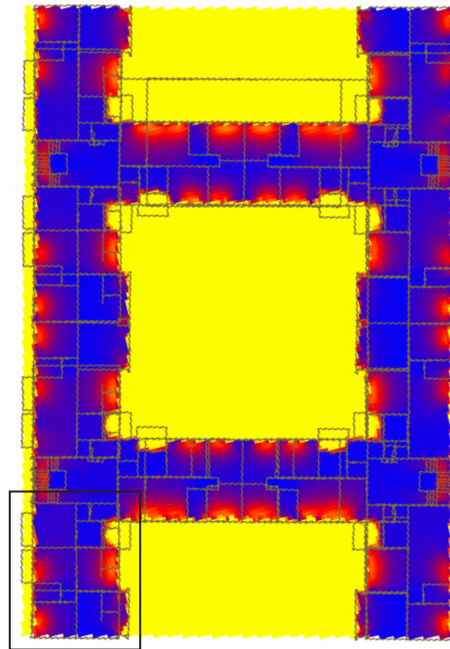


P28: Departamento tipo seleccionado para el análisis lumínico.

T17: Tabla de resumen de la iluminación natural del departamento seleccionado en el proceso de simulación.

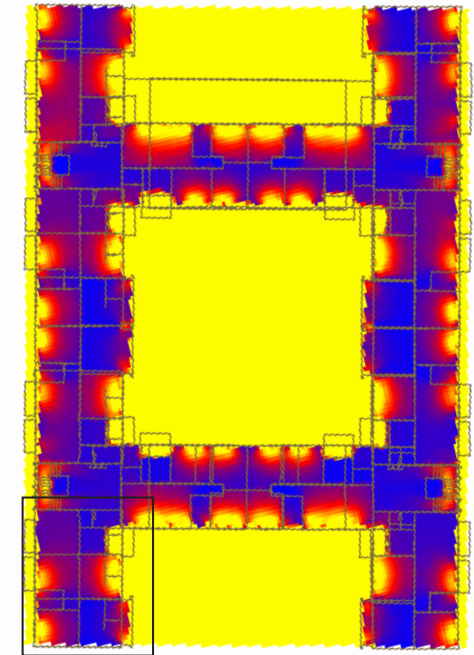
E34: Escala de iluminación (lux)

8:00



L26

10:00



L27

L26: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 8:00.

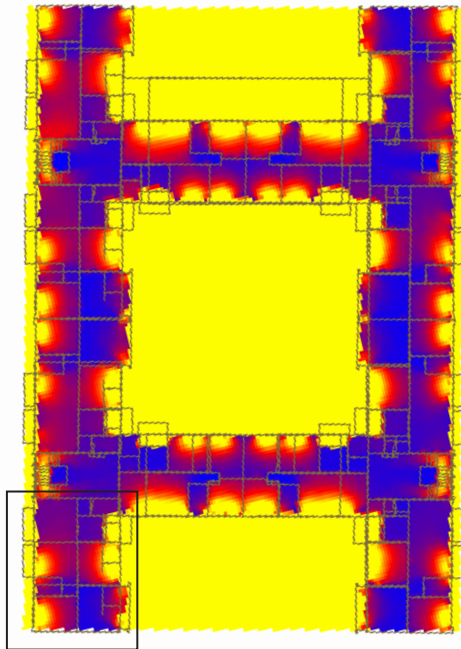
L27: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 10:00.



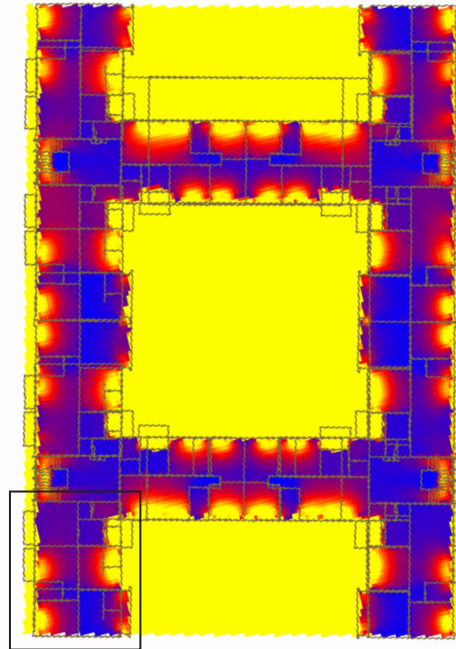
12:00

14:00

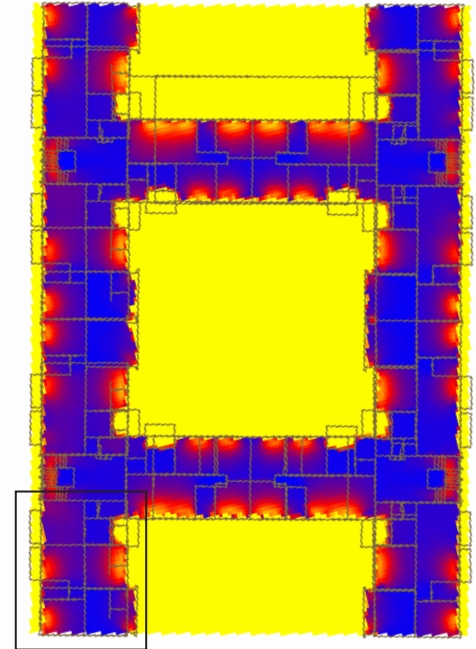
16:00



L28



L29



L30

**L28:** Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 12:00.

**L29:** Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 14:00.

**L30:** Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de diciembre, 16:00.





### 5.3.24.1.7. CONCLUSIONES

De la simulación lumínica en el programa Ecotect podemos determinar que los espacios que carecen de iluminación natural son los vestíbulos de planta baja y los vestíbulos de las plantas tipo que permiten acceder a los departamentos, esto se debe principalmente a la caja de ascensor. La iluminación natural recomendable en estos espacios debería ser de 150 lx, mientras que nos encontramos con valores por debajo de los 100 lx. (Tablas T18, T19)

En cuanto a los departamentos, los espacios que carecen de iluminación natural son la cocina y el dormitorio que tiene dos vanos de menor tamaño (dormitorio 2 de la planta tipo). Además, es importante indicar que el dormitorio y el baño de servicio no cuentan con iluminación natural. En lo que se refiere a la cocina se recomienda 300 lx, mientras que en los departamentos este espacio tiene alrededor de 150 lx, en parte se debe a que la lavandería se encuentra por delante de la cocina. En los dormitorios se recomienda 200 lux, y en cuanto al que tiene problemas de iluminación natural apenas llega a 150 lx. Además, fue posible determinar con la simulación que el resto de espacios tienen iluminación natural suficiente de acuerdo a las diferentes actividades que se realizan en ellos.

Para todos estos problemas de ilumina-

Resumen total de iluminación natural (bloque A)					
Departamento tipo planta baja					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	100	100	100	100	100
Sala - Comedor	600	1100	1200	900	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	900	1000	900	700	600
Dormitorio 2	700	900	800	600	500
Dormitorio 3	700	800	700	600	500
Departamento tipo primera planta alta					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	700	1000	1200	1000	800
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	700	1000	1100	1000	900
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	600	900	1000	900	700
Departamento tipo cuarta planta alta					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	800	1100	1300	1100	900
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	800	1100	1200	1100	900
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	700	1000	1100	1000	800

T18

Resumen total de iluminación natural (bloque B)					
Departamento tipo planta baja					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	600	1100	1300	1100	600
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	600	800	900	800	600
Dormitorio 2	500	600	600	500	400
Dormitorio 3	600	800	800	700	500
Departamento tipo primera planta alta					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	700	900	1100	900	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	600	800	900	700	600
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	600	800	900	800	700
Departamento tipo cuarta planta alta					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	20	20	20	20	20
Sala - Comedor	1200	1400	1300	1000	700
Cocina	150	150	150	150	150
Dormitorio serv.	10	10	10	10	10
Dormitorio 1	700	900	1000	800	700
Dormitorio 2	100	150	150	150	100
Dormitorio 3	700	900	1000	900	800

T19

T18: Tabla de resultados de la simulación de iluminación natural. Bloque A. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

T19: Tabla de resultados de la simulación de iluminación natural. Bloque B. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

ción se establecerán las diferentes estrategias pasivas o constructivas para poder cumplir con los niveles óptimos que recomienda la normativa.

#### 5.3.24.1.8. REGISTRO DE DATOS CLIMÁTICOS

Luego del proceso de simulación térmica y luminica para las fechas más desfavorables del año, se realiza el procesamiento de datos tomados en el registro directo en el Complejo de Multifamiliares del IESS durante los días 20, 21 y 22 del mes de septiembre del año 2014 (equinoccio de otoño y uno de los meses más fríos del año).

En esta etapa, de la misma manera que en la simulación, se consideran los departamentos de diferente tipología y también las áreas comunes más desfavorables, ubicados tanto en planta baja, como en primera y cuarta planta tipo.

Se realizó el registro de datos para un 35 % de departamentos del complejo en las horas 8:00, 12:00, 14:00, 18:00 y 21:00; de esta manera se buscaba obtener valores más aproximados de la variación climática real durante el día en los departamentos. Por el tamaño del complejo y por el número de departamentos nos encontramos con ciertos inconvenientes tanto de los propietarios, como de accesibilidad. Además, es importante indicar que se registraron por

cada espacio dos valores de temperatura, humedad, iluminación natural, velocidad del aire y ruido, luego se realiza el promedio de los mismos.

#### INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos que se utilizaron en el registro de datos fueron los siguientes:

- **Multímetro:** Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras como la temperatura ambiente en nuestro caso.

- **Anemómetro, termómetro e higrómetro:** Es un instrumento de medición que permite determinar la velocidad del aire, la temperatura y el porcentaje de humedad en un espacio, cuyas unidades de medida son m/s, °C y % respectivamente. (Imagen 91)

- **Luxómetro:** Es un instrumento de medición que permite determinar la iluminancia en un espacio. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display. (Imagen 92)

En el proceso se utilizaron los instrumentos de medida de marca Testo, una marca alemana que cuenta con certificados de



91



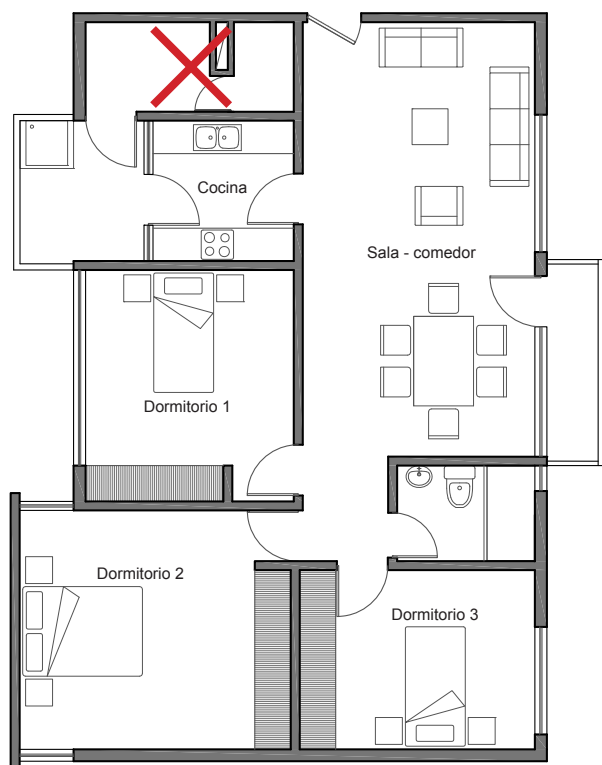
92

91: Luxómetro marca TESTO, utilizado en el registro de datos de las residencias del Complejo de Multifamiliares del IESS.

92: Anemómetro, higrómetro y termómetro marca TESTO, utilizado en el registro de datos de las residencias del Complejo de Multifamiliares del IESS.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO C



P12

P12: Planta arquitectónica del departamento tipo C. Primera planta alta. En esta planta se ha eliminado el cuarto y baño de servicio para ampliar la cocina y la lavandería.

Sala				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	17,00	196	58,20	58
14:00	20,30	893	65,00	61
18:00	18,10	50	60,20	60
21:00	16,90	74 (artificial)	56,90	52

T20

Comedor				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	17,10	208	59,60	60
14:00	21,80	937	56,10	68
18:00	18,20	46	61,90	63
21:00	17,00	65 (artificial)	52,10	51

T21

Cocina				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	17,50	315	56,30	55
14:00	20,80	648	59,70	58
18:00	18,60	42	59,40	49
21:00	17,70	68 (artificial)	55,90	38

T22

Dormitorio 1				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	18,10	187	59,60	60
14:00	21,20	670	56,10	68
18:00	18,60	41	52,80	59
21:00	17,70	63 (artificial)	49,60	47

T23

T20: Datos climáticos registrados en el espacio de sala.

T21: Datos climáticos registrados en el espacio de comedor.

T22: Datos climáticos registrados en el espacio de cocina.

T23: Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 1.

Dormitorio 2				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	18,10	44	54,20	50
14:00	21,60	282	56,10	48
18:00	18,20	12	56,30	51
21:00	17,60	78 (artificial)	47,90	45

T24

Dormitorio 3				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	18,10	314	53,20	59
14:00	21,80	648	54,10	55
18:00	18,10	43	57,40	57
21:00	17,50	65 (artificial)	47,30	41

T25

Resumen total de valores registrados				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	17,83	380	60,08	57
Comedor	18,52	397	57,43	60
Cocina	18,65	335	57,83	50
Dormitorio 1	18,90	300	54,53	58
Dormitorio 2	18,88	113	53,63	49
Dormitorio 3	18,88	335	53,00	53

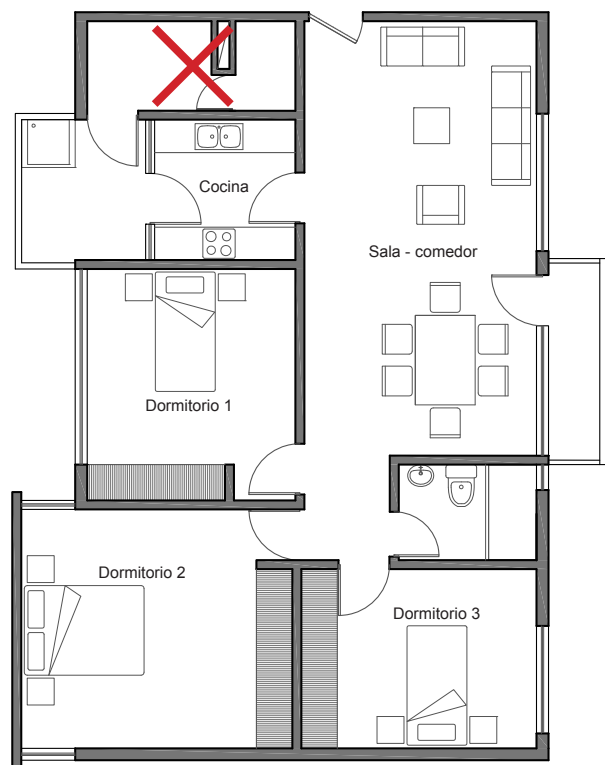
T26

T24: Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 2.

T25: Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 3.

T26: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Primera planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, DEPARTAMENTO TIPO C



Sala				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,20	639	53,30	68
14:00	22,90	2160	53,00	66
18:00	18,30	48	66,30	60
21:00	17,60	62 (artificial)	59,60	48

T27

Comedor				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,40	646	51,80	76
14:00	22,90	1965	48,50	65
18:00	18,30	44	66,30	60
21:00	17,60	55 (artificial)	55,50	50

T28

Cocina				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,40	309	53,10	58
14:00	22,90	760	47,30	66
18:00	18,60	82	56,80	56
21:00	18,00	70 (artificial)	45,40	42

T29

Dormitorio 1				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,40	370	49,30	45
14:00	22,20	781	46,40	65
18:00	19,20	51	55,90	58
21:00	18,70	53 (artificial)	46,90	49

T30

Dormitorio 2				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	18,20	65	48,70	55
14:00	22,00	289	45,70	54
18:00	18,90	32	57,60	55
21:00	18,60	88 (artificial)	49,80	53

T31

Dormitorio 3				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,60	302	47,80	58
14:00	22,00	658	47,60	50
18:00	18,80	13	59,30	60
21:00	18,50	64 (artificial)	48,20	42

T32

Resumen total de valores registrados				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	19,50	949	58,05	60
Comedor	19,55	885	55,52	63
Cocina	19,73	384	50,65	56
Dormitorio 1	19,89	401	49,63	54
Dormitorio 2	19,43	129	50,45	54
Dormitorio 3	19,73	324	50,73	53

T33

**P12:** Planta arquitectónica del departamento tipo C. Cuarta planta alta. En esta planta se ha eliminado el cuarto y baño de servicio para ampliar la cocina y la lavandería.

**T27:** Datos climáticos registrados en el espacio de sala.

**T28:** Datos climáticos registrados en el espacio de comedor.

**T29:** Datos climáticos registrados en el espacio de cocina.

**T30:** Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 1.

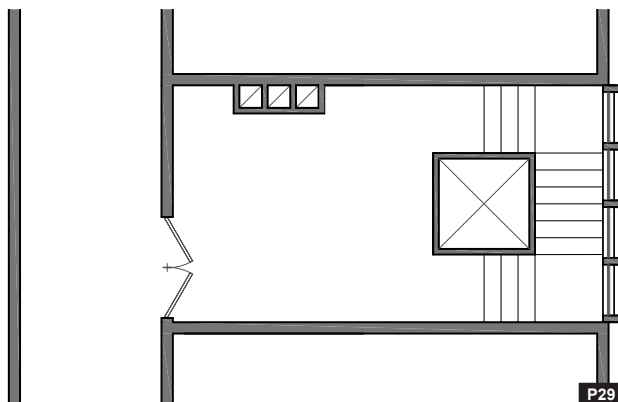
**T31:** Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 2.

**T32:** Datos climáticos registrados en el espacio de dormitorio 3.

**T33:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Cuarta planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.



### REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, PLANTA BAJA, VESTÍBULO Y ESCALERAS



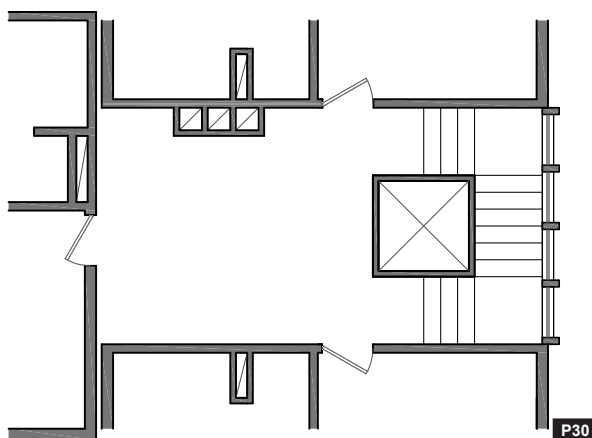
Vestíbulo				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	16,80	22	52,70	64
14:00	20,70	43	43,70	62
18:00	17,50	8	52,00	60
21:00	16,40	233 (artificial)	43,90	58

T34

Escaleras				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	17,00	196	58,20	58
14:00	20,30	893	65,00	61
18:00	18,30	48	66,30	60
21:00	17,60	62 (artificial)	59,60	48

T37

### REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, VESTÍBULO Y ESCALERAS



Vestíbulo				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	16,80	7	47,40	61
14:00	20,90	18	46,80	54
18:00	18,10	2	49,90	57
21:00	17,20	62 (artificial)	51,50	54

T35

Escaleras				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	17,40	460	48,80	65
14:00	21,00	682	47,10	62
18:00	18,50	10	49,20	62
21:00	17,60	24 (artificial)	40,40	54

T38

Vestíbulo				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	18,20	13	50,50	59
14:00	21,40	20	46,60	63
18:00	18,00	3	48,80	61
21:00	17,30	100 (artificial)	42,60	54

T36

Escaleras				
Hora	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
8:00	19,00	182	53,10	65
14:00	21,50	721	42,30	65
18:00	18,50	6	50,70	68
21:00	18,10	20 (artificial)	42,40	50

T39

P29: Planta baja, vestíbulo y escaleras.  
P30: Planta tipo, vestíbulo y escaleras.

T34: Datos climáticos registrados en el vestíbulo.  
T35: Datos climáticos registrados en el vestíbulo. Primera planta alta.  
T36: Datos climáticos registrados en el vestíbulo. Cuarta planta alta.

T37: Datos climáticos registrados en las escaleras.  
T38: Datos climáticos registrados en las escaleras. Primera planta alta.  
T39: Datos climáticos registrados en las escaleras. Cuarta planta alta.



calibración para sus equipos (*imágenes 91,92*); además, se utilizó un multímetro Radio Shack, una marca estadounidense; un termómetro alemán de marca TFA, libre de mercurio con relleno capilar sensible al medio ambiente y finalmente un sonómetro.

A continuación mostramos los datos registrados para un departamento tipo de primer y cuarta planta tipo. Es importante indicar que este departamento ha sido seleccionado por su emplazamiento dentro del complejo y porque ha sido posible realizar la recolección total de datos climáticos durante las horas señaladas en un día. La información adicional del registro de datos se adjuntará en la parte de anexos.

### 5.3.24.1.9. CONCLUSIONES

Una vez realizado el registro y el procesamiento de datos, se ha determinado que la temperatura y la humedad se encuentran dentro del rango de confort (18 - 26 °C y 40 - 65 %) (*tabla T40*), tanto en los espacios comunes como en las residencias.

En lo que respecta a la iluminación, se ha determinado que en los vestíbulos, cocina y en uno de los dormitorios (dormitorio 2), la iluminación natural es insuficiente, por lo que se deberán establecer estrategias para solucionar la insuficiencia de luz natural (*tablas T40, T41*). Es importante indicar que en los departamentos en los que se ha realiza-

do una intervención en la cocina, lavandería y dormitorio de servicio, poseen una cantidad de luxes adecuada para este espacio; pero en las residencias que conservan su distribución original, la cocina carece de iluminación recomendada para llevar a cabo las actividades.

Adicionalmente, se registraron niveles de ruido, dichos valores superan minimamente los niveles sonoros soportables de acuerdo a la actividad que se realiza en determinado espacio (*tablas T40, T42*). En esta tesis de grado no se dará solución a este problema.

Es importante indicar que el mobiliario, los aparatos eléctricos y diferentes elementos (cortinas o persianas), son variables, por lo que influirán insignificativamente en los datos registrados en cada residencia.

Finalmente, los valores climáticos también dependen de la planta en la que se encuentre ubicado el departamento, como pudimos observar en los resultados. (*Tablas T26, T33*)

### 5.3.24.1.10. COMPARACIÓN

Una vez registrados y procesados los datos del Complejo de Multifamiliares del IESS, realizamos la comparación con los resultados obtenidos en los procesos de simulación, y a su vez compararlos con los diferentes parámetros que establece la NEC

Resumen total de valores registrados departamento tipo C, bloque A				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestibulo	18,28	15	48,03	59
Escaleras	18,73	355	51,93	60
Sala	18,67	665	59,07	58
Comedor	19,04	641	56,48	62
Cocina	19,19	360	54,24	53
Dormitorio 1	19,40	351	52,09	56
Dormitorio 2	19,16	121	52,04	52
Dormitorio 3	19,31	330	51,87	53

T40

Niveles lumínicos para la vivienda			
Espacio	Mínima	Recomendable	Óptima
Habitación	150	200	600
Cocina	200	300	1000
Comedor	100	200	400
Estar	150	400	600
Baño	150	200	400
Lavadero y tendedero	150	300	600
Pasillo y pasos	100	150	200

T41

Lugar / Actividad	Nivel sonoro (dB)
Actividades de vivienda, estudio, dormitorios, lugares estar	50

T42

Espacio	Estrategia
Vestíbulos	Arquitectónica y lumínica
Sala - Comedor	-
Cocina, lavandería, dormitorio servicio	Arquitectónica y lumínica
Dormitorio 1, dormitorio 3	-
Dormitorio 2	Arquitectónica y lumínica

T43

T40: Tabla de resumen de valores promedio registrados en vestíbulos, en escaleras y en el departamento tipo C. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

T41: Niveles lumínicos para vivienda.

T42: Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad.

T43: Cuadro de resumen de espacios y estrategias a aplicar.



- 11.

camente durante el día.

Los resultados de las simulaciones térmica y lumínica son similares con los del registro de datos. Conjuntamente se ha podido determinar que los espacios son confortables térmicamente y que algunos carecen de iluminación natural. Además, se utilizó la simulación para obtener valores adicionales en fechas desfavorables que no fueron registradas y para contar con una base de datos amplia para la aplicación de estrategias climáticas y constructivas.

#### **5.3.24.1.11. CONCLUSIONES GENERALES**

Se determinó que en la parte térmica no se requiere realizar ningún tipo de estrategia. El complejo y las residencias son confortables durante todo el año, con variaciones de temperatura propias y acordes al clima y a la fecha (sensaciones de calor y sensaciones de frío). La orientación del conjunto favorece a la temperatura de sus departamentos y a su confortabilidad térmica.

En la parte lumínica se necesitan aplicar estrategias para mejorar la iluminación natural en los vestíbulos. En los departamentos se necesita mejorar la iluminación en la cocina y uno de los dormitorios, para cumplir con las recomendaciones de la normativa, y de esta manera contar con espacios comunes y residencias confortables lumíni-



UNIVERSIDAD DE CUENCA



## 5.4. BIBLIOGRAFÍA

### 5.4.1. TESIS

- Vanegas, Alejandro. Tesis de maestría: *Edificaciones multifamiliares en el Ecuador. Tres casos entre las décadas del 50 y 70. Guayaquil, Quito y Cuenca*. Cuenca, 2008.

- Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012.

- Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011.

- Baquero, María. Tesis: *Diseño bioclimático de viviendas multifamiliares en la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2013.

### 5.4.2. ARTÍCULOS Y REVISTAS

- Cubillo, Guillermo. *Introducción y reconocimiento del rol del Arquitecto en el medio*. Revista Trama 07 - 08. Quito, 1979.

- Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador*. Quito, 2011.

### 5.4.3. LIBROS

- *Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo*. Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca.

### 5.4.4. PÁGINAS DE INTERNET

- Diario "El Tiempo". <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/28838-el-patrimonio-en-las-fotos-de-vicente-tello/>

### 5.4.5. CRÉDITO DE IMÁGENES

**01 - 17.** Dibujo: Autores

**18.** Fuente: Autores

**19 - 21.** Fuente: Autores

**22, 23.** Dibujo: Autores

**24.** Fuente: Google Earth.

**25, 26.** Fuente: Autores

**27, 28.** Fuente: <http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/28838-el-patrimonio-en-las-fotos-de-vicente-tello/>. Acceso: noviembre, 2014.



**29.** Fuente: Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 105.

**30.** Fuente: Archivo Control Municipal de Cuenca. Acceso: noviembre, 2014.

**31.** Fuente: Cuenca, Espinoza, Moscoso, Ordóñez, Ortega, Peñafiel, Pérez y Tenesaca. Tesis de maestría: *Densificación de la Ciudad, aproximación desde la Arquitectura*. Cuenca, 2011: 599.

**32.** Dibujo: Autores

**33, 34.** Fuente: Autores

**35.** Fuente: Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 116.

**36.** Fuente: Méndez, Xavier y Sánchez, Daniel, Tesis: *Estudio de criterios formales aplicados en conjuntos habitacionales y propuesta para la ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012: 117.

**37 - 60.** Fuente: Autores

**61.** Fuente: <http://www.serviciometeorologico.go.b.ec/>. Acceso: noviembre, 2014.

**62 - 81.** Fuente: Programa Autodesk Ecotect. Dibujo: Autores.

**82 - 87.** Fuente: Autores

**88, 89.** Fuente: Programa Autodesk Ecotect.

**90.** Fuente: Programa Autodesk Ecotect. Dibujo: Autores.

**91, 92.** Fuente: Autores

#### **5.4.6. CRÉDITO DE REDIBUJOS**

**P01 - P09.** Fuente: Arq. Alejandro Vane-gas. Dibujo Autores.

**F01 - F04.** Fuente: Arq. Alejandro Vane-gas. Dibujo Autores.

**C01, C02.** Fuente: Arq. Alejandro Vane-gas. Dibujo Autores.

**P10 - P18.** Dibujo: Autores.

**C03 - C05.** Dibujo: Autores.

**P19 - P30.** Dibujo: Autores.

#### **5.4.7. CRÉDITO DE DIAGRAMAS**

**E01 - E34.** Fuente: Autores

**D01 - D28.** Programa Autodesk Ecotect.





Dibujo: Autores.

**L01 - L30.** Programa Autodesk Ecotect.  
Dibujo: Autores.

#### 5.4.8. CRÉDITO DE TABLAS

**T01.** Fuente: *Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo.* Secretaría General de Planificación, Municipalidad de Cuenca: 362.

**T02.** Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador.* Quito, 2011: 13. Elaboración: Autores.

**T04.** Fuente: Autores

**T06 - T42.** Fuente: Autores

**T43.** Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador.* Quito, 2011: 41. Elaboración: Autores.

**T44.** Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC-11. *Capítulo 13. Eficiencia Energética en la Construcción del Ecuador.* Quito, 2011: 14. Elaboración: Autores.

**T45.** Fuente: Autores



UNIVERSIDAD DE CUENCA



# CAPÍTULO 06

Anteproyecto  
Arquitectónico







## 6.1. GENERALIDADES

Una vez realizado el análisis arquitectónico y bioclimático del Complejo de Multifamiliares del IEES, corresponde en este último capítulo dar solución a todos los problemas encontrados en el conjunto, para ello se establecerán una serie de estrategias climáticas y arquitectónicas. De esta manera conseguiremos que los espacios comunes del complejo, así como los espacios con problemas en los departamentos cumplan con los valores que establece y recomienda la normativa, tanto en el aspecto arquitectónico como en la parte climática.

En cuanto a la parte arquitectónica, existen espacios en los departamentos que no cumplen con las dimensiones mínimas para considerarlos espacios habitables, por lo que se tendrá que realizar el rediseño de dichos espacios. En los que respecta a vestíbulos y escaleras las dimensiones son las adecuadas, se debe incorporar ascensores para la accesibilidad de personas de tercera edad y personas con capacidades especiales. Además es necesario incrementar plazas de parqueo, equipamientos y lugares de reunión o descanso, así como el área verde por residente.

En la parte del confort térmico no se necesita realizar ningún tipo de estrategia ni de intervención, pero en cuanto al confort lumínico es necesario mejorar la iluminación natural en los vestíbulos, en las cocinas y en un dormitorio de las residencias, para ello en este capítulo se presentan las estrategias y la propuesta de solución a los diferentes problemas del conjunto.



## 6.2. ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y PROPUESTA

De acuerdo al diagnóstico realizado en el Complejo de Multifamiliares del IESS en el Capítulo 05, a continuación se plantean las siguientes estrategias que permitan dar solución a todos los problemas encontrados en el mismo.

### 6.2.1. ESTRATEGIAS Y PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

En cuanto a la parte arquitectónica, en el complejo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Incrementar el área verde en el complejo con el objetivo de cumplir los 9 m<sup>2</sup>. que establece la Organización Mundial de la Salud. Actualmente el complejo cuenta con 7,39 m<sup>2</sup>., por lo que se debe incrementar aproximadamente unos 800 m<sup>2</sup>. de área verde en el conjunto. (*Plano P01*)

- Incorporar equipamiento y mobiliario necesario para áreas de descanso exterior, áreas de ejercicio y áreas con juegos infantiles. Actualmente se cuenta con una cancha de fútbol y con unos juegos infantiles y bancas, pero que se encuentran en mal estado, convirtiéndose en elementos peligrosos para los residentes. (*Plano P02*)

- Incrementar parqueaderos suficientes

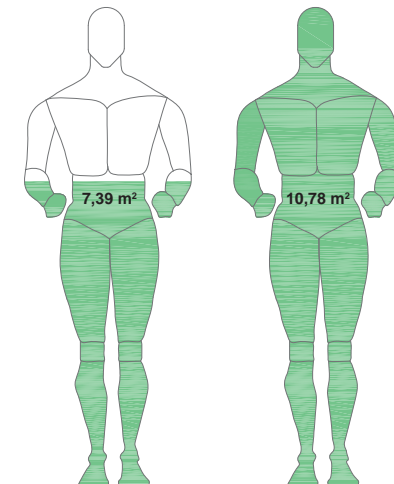
de acuerdo al número de residencias. Actualmente existen 93 parqueos para un total de 119 departamentos, mientras que la normativa establece que debe haber una plaza de parqueo por residencia (*Art. 71*). Además, es necesario contar con espacios de parqueo para familiares o visitas. Será también necesario intervenir en la actual parada de bus porque es un espacio que genera caos y problemas de movilidad. (*Plano P03*)

- Escaleras de emergencia (*Art. 23*). Una vez implementados los ascensores, las escaleras existentes podrán ser utilizadas también como escaleras de emergencia. (*Plano P04*)

- En cuanto a accesibilidad se reemplazarán las escaleras exteriores por rampas (*Art. 24*). (*Plano P05*)

- Implementar ascensores en cada bloque de departamentos, para ello ya se cuenta con el espacio respectivo para los mismos. La normativa establece que para los edificios que tengan más de planta baja y tres pisos altos se debe incorporar necesariamente con un ascensor (*Art. 33*), además, este elemento facilitará la accesibilidad para personas de tercera edad o personas con capacidades especiales. (*Plano P04*)

- Dimensiones de espacios habitables. De acuerdo a la normativa con relación a las dimensiones de espacios habitables, es



P01: Espacios donde se propone incrementar el área verde.

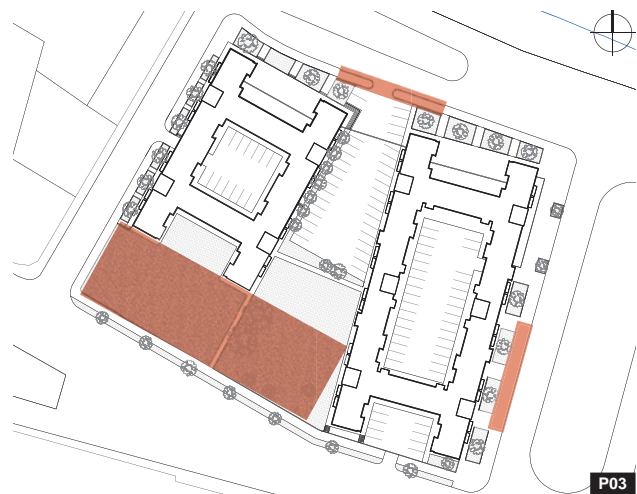
01: Con la propuesta de aumento de área verde se propone aumentar de 7,39 m<sup>2</sup> (actual) a 10,78 m<sup>2</sup>.



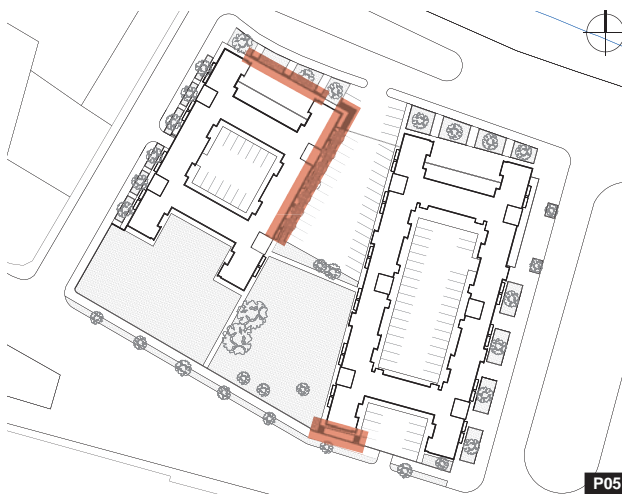
P02



P04



P03



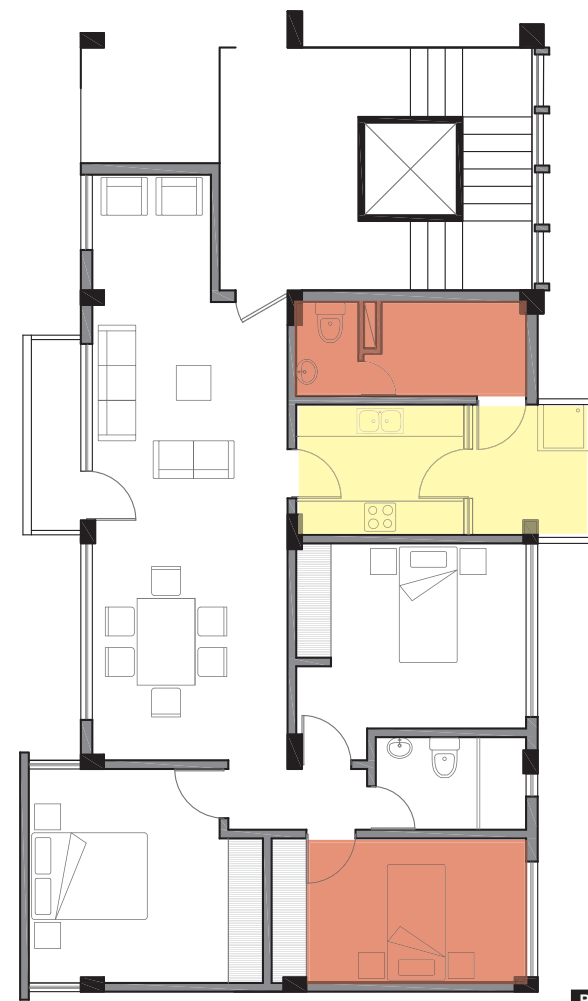
P05

**P02:** Espacios donde se propone implementar mobiliario y juegos infantiles.

**P03:** Espacios donde se propone implementar parqueadero para las residencias, para las visitas y paradas de buses.

**P04:** Espacios donde se propone implementar ascensores, conjuntamente con las escaleras existentes.

**P05:** Espacios donde se propone eliminar las escaleras por rampas que permitan mejorar la accesibilidad del complejo.



P06

**P06:** Departamento tipo D, en el cual no se cumple la normativa de espacios habitables (dormitorio, dormitorio y baño de servicio, color rojo). Además, se realizan intervenciones en la cocina y lavandería (color amarillo).



necesario incrementar el tamaño y el área de uno de los dormitorios del departamento tipo D. Además, el dormitorio y baño de servicio no cumplen con las dimensiones establecidas, y de lo observado, un 80 % de los dueños de los departamentos visitados, han realizado la ampliación de la cocina y lavandería, modificando estos espacios y conservando el baño para hacerlo baño social con apertura hacia la sala. En cuanto a los vestíbulos y escaleras, estos espacios cumplen con las dimensiones que establece la normativa (*Art. 21, b*). (*Plano 06*)

### 6.2.2. ESTRATEGIAS TÉRMICAS

De acuerdo al análisis térmico realizado en el Capítulo 05, en la propuesta no es necesario aplicar estrategias térmicas, pero podemos recomendar que se utilicen algunas de las siguientes estrategias para el diseño o para la propuesta en intervenciones.

- La utilización de aislantes térmicos que oponen resistencia, en mayor o menor medida, al paso del calor a través de ellos. Tenemos entre ellos las lanas minerales (lana de roca, lana de vidrio), las espumas plásticas (EPS, poliestireno expandido, polietileno expandido, PUR, poliuretano expandido), reciclados como aislantes celulósicos a partir del papel usado, vegetales (paja, virutas de madera, fardos de pasto, etc.); entre otros.

- El sellado de juntas, en las carpinterías

de las puertas y de las ventanas.

- Utilizar doble acristalamiento, esta estrategia evita la pérdida de calor desde el interior y brinda protección de las condiciones climáticas del exterior. Además permite aislar acústicamente el interior del exterior. Esto es posible a la cámara de aire que se genera entre el doble acristalamiento.

### 6.2.3. ESTRATEGIAS ACÚSTICAS

Dentro de los objetivos de la tesis de grado no incluye el mejoramiento del confort acústico del complejo. Brevemente se realizó un análisis acústico en el que los valores son los adecuados para las actividades residenciales que se llevan a cabo en el complejo, sin embargo, en algunos espacios de los departamentos más próximos a la Avenida Fray Vicente Solano y a la Avenida 12 de Abril el ruido aumenta, para ello se debería utilizar el doble acristalamiento.

### 6.2.4. ESTRATEGIAS LUMÍNICAS

Durante el análisis lumínico se determinaron ciertos espacios que carecen de adecuada iluminación natural como son los vestíbulos, mientras que en los departamentos encontramos espacios como el dormitorio y baño de servicio, la cocina y un dormitorio. A continuación presentamos algunas estrategias que se pueden utilizar para garantizar la iluminación natural.

- El diseño adecuado que permita maximizar las áreas iluminadas, con un correcto dimensionamiento de los vanos.
- Apertura de vanos hacia el este y al oeste, ofrecer protección en caso de que la radiación solar directa sea excesiva.
- De ser necesario, utilizar una ventana para iluminar y otra para las vistas.
- Utilizar una correcta distribución de plantas abiertas evitando las particiones, de esta manera se maximiza la penetración de la luz y se obtienen mejores vistas.
- Utilizar los colores claros al exterior para reflejar la luz a través de las ventanas y de los lucernarios.
- Utilizar colores claros al interior para maximizar la penetración y difusión de la luz y minimizar el deslumbramiento.

A continuación se realizan las simulaciones lumínicas de los espacios que carecen de iluminación y paralelamente se establecen la estrategias para dar solución a estos problemas. De las estrategias mencionadas utilizaremos la apertura de vanos y la utilización de colores claros. En el área de vestíbulos se propone la apertura vertical y completa de vanos (*elevaciones P07, P08*), mientras que en la cocina se propone ampliar hacia la lavandería para garantizar iluminación directa, y finalmente en el dormitorio la apertura de un nuevo vano.



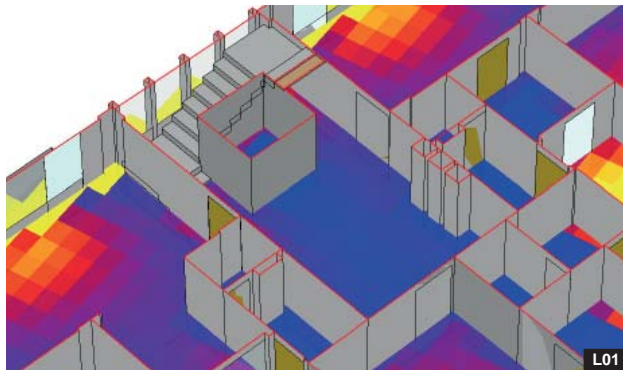
P07: Estado actual de la carpintería en el área de vestíbulos (circulación vertical).

P08: Propuesta inicial de la apertura de vanos en el área de vestíbulos (circulación vertical).



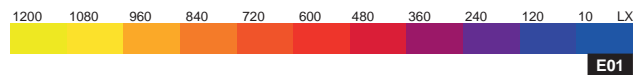


## SIMULACIÓN LUMÍNICA - VESTÍBULO, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - ESTADO ACTUAL



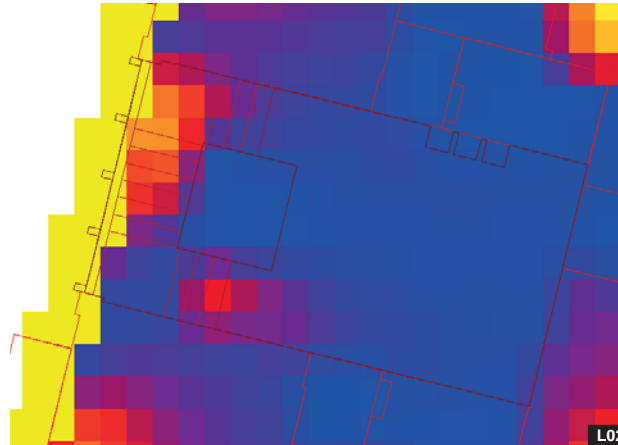
Resumen de iluminación natural del estado actual - vestíbulo					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	67,86	87,52	122,39	101,58	87,75
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	75,09	92,59	147,56	128,34	70,56

T01

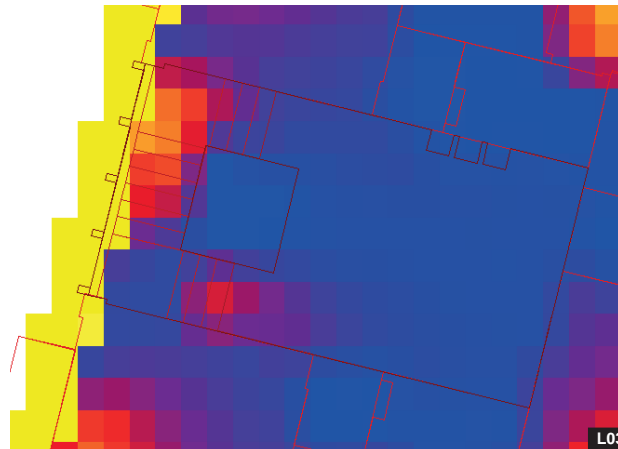


**L01:** Perspectiva del vestíbulo tipo seleccionado para el análisis lumínico. Estado actual.  
**T01:** Tabla de resumen de la iluminación natural del vestíbulo seleccionado en el proceso de simulación. Estado actual.  
**E01:** Escala de iluminación (lux)

8:00



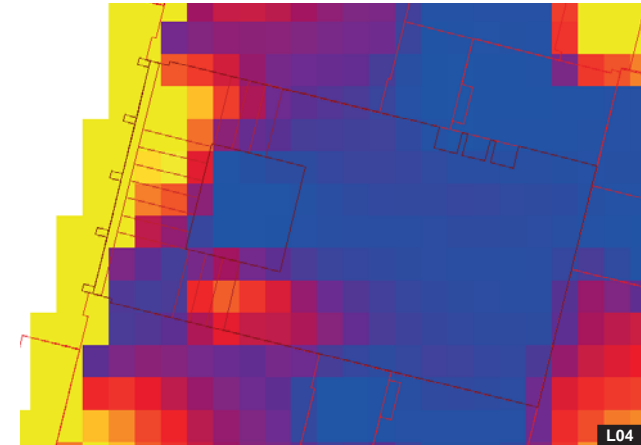
8:00



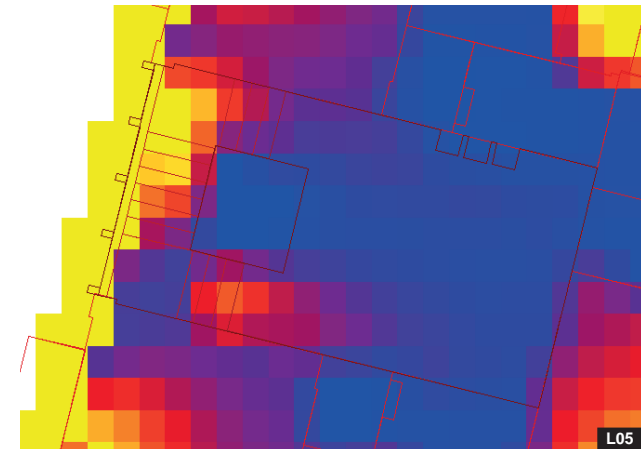
**L02:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de junio, 8:00.

**L03:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 8:00.

10:00



10:00

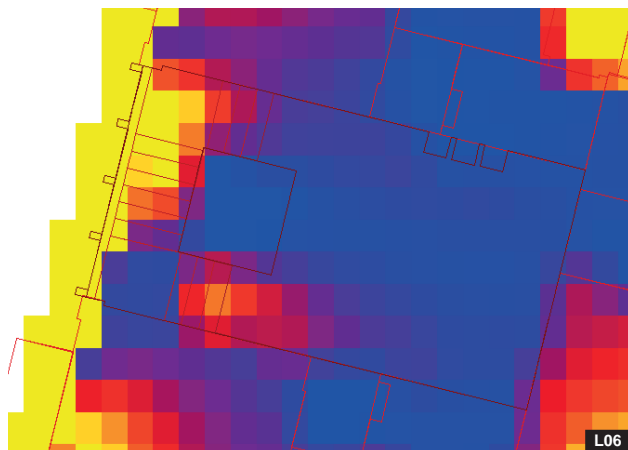


**L04:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de junio, 10:00.

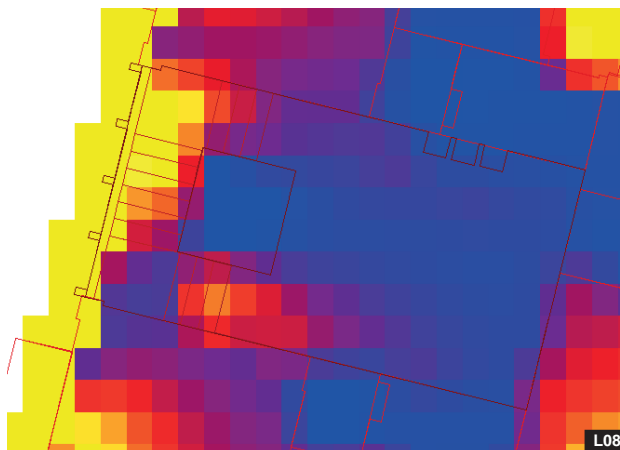
**L05:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 10:00.



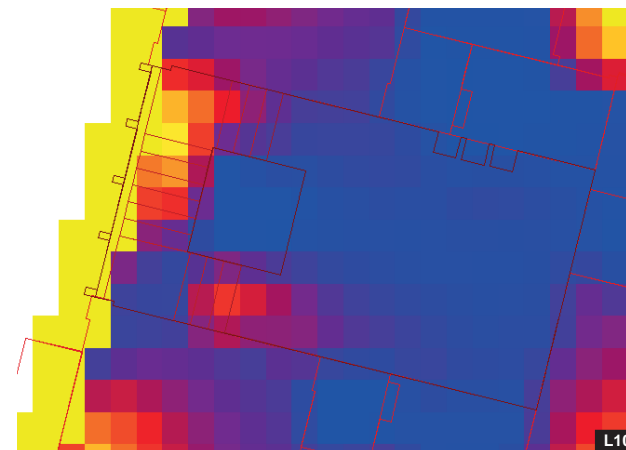
12:00



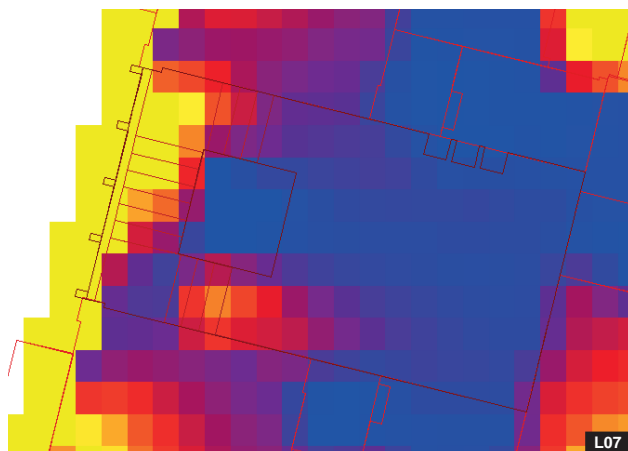
14:00



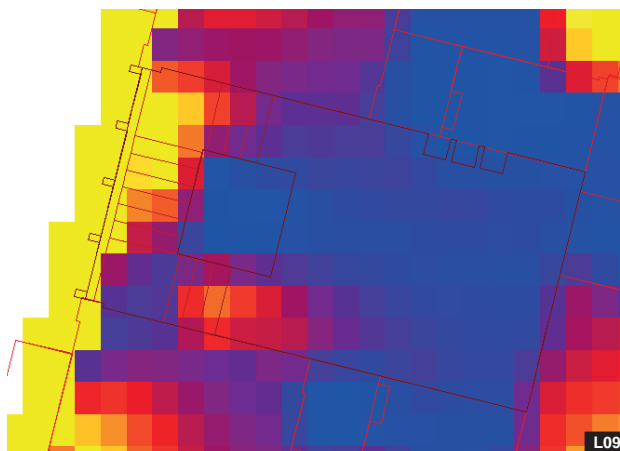
16:00



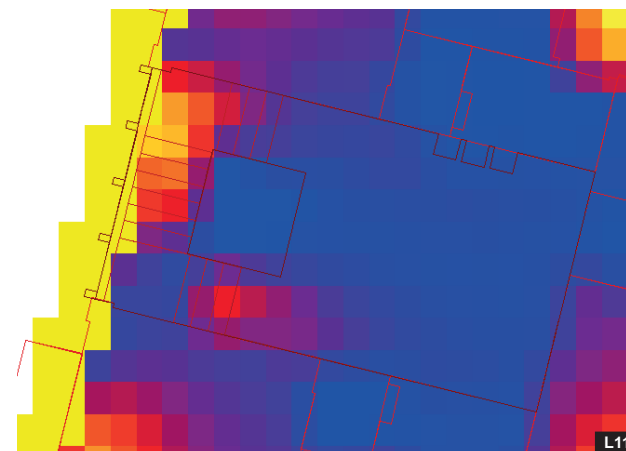
12:00



14:00



16:00



**L06:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de junio, 12:00.

**L07:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L08:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de junio, 14:00.

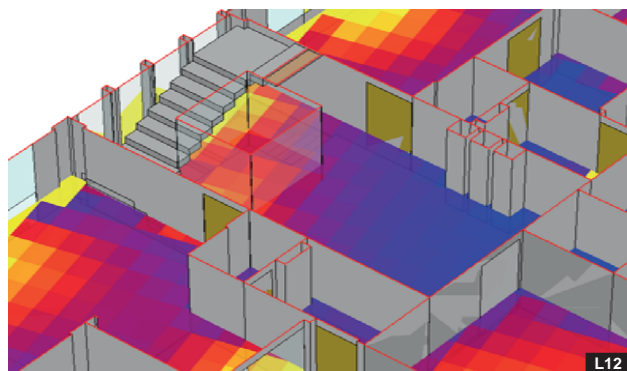
**L09:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 14:00.

**L10:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de junio, 16:00.

**L11:** Simulación de iluminación natural del estado actual del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 16:00.



## SIMULACIÓN LUMÍNICA - VESTÍBULO, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - PROPUESTA



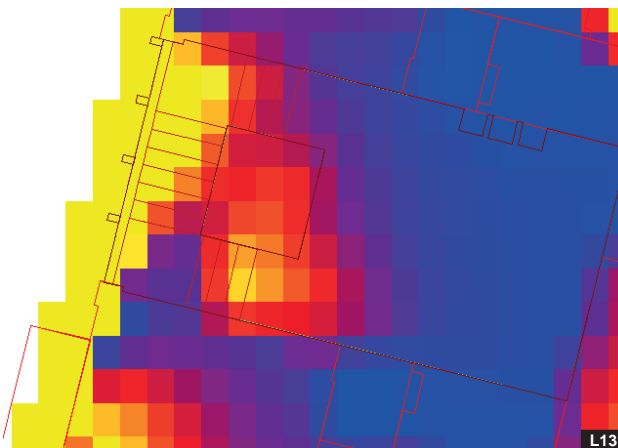
Resumen de iluminación natural de la propuesta 1 - vestíbulo					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	103,35	116,38	141,53	121,93	102,04
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	112,09	125,29	161,18	130,52	120,18

T02

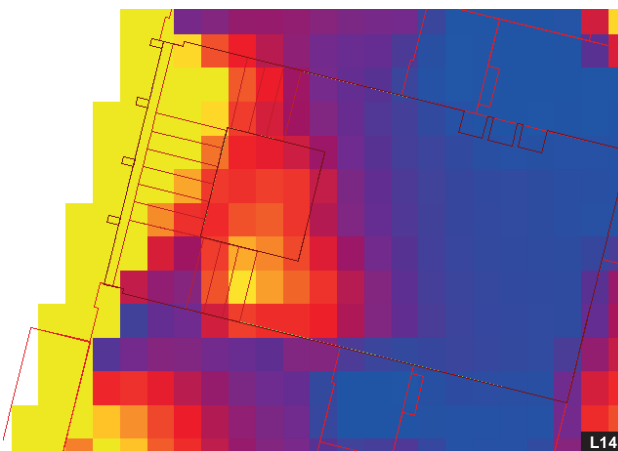


**L12:** Perspectiva del vestíbulo tipo seleccionado para el análisis lumínico. Propuesta.  
**T02:** Tabla de resumen de la iluminación natural del vestíbulo seleccionado en el proceso de simulación. Propuesta.  
**E01:** Escala de iluminación (lux)

8:00

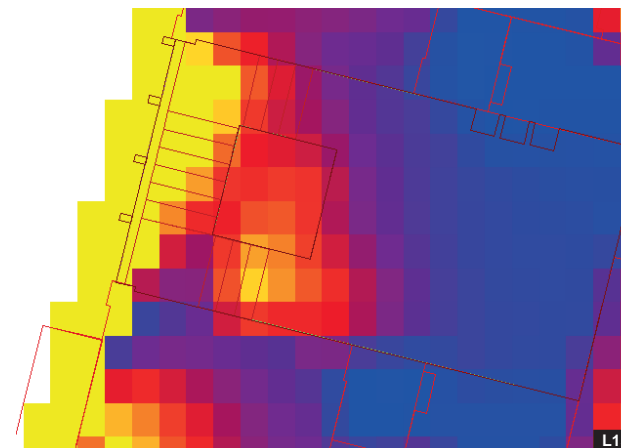


8:00

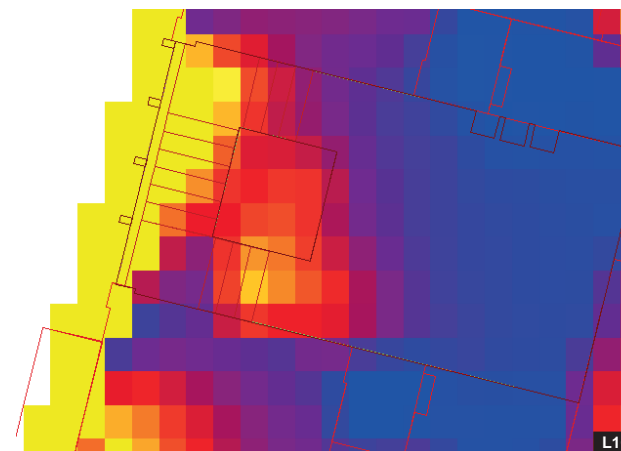


**L13:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de junio, 8:00.  
**L14:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 8:00.

10:00



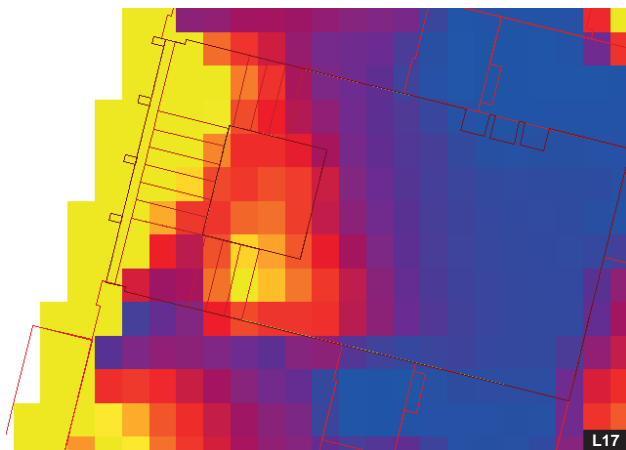
10:00



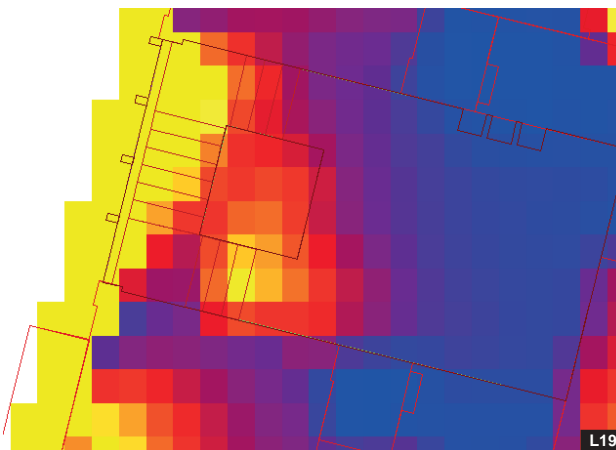
**L15:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de junio, 10:00.  
**L16:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 10:00.



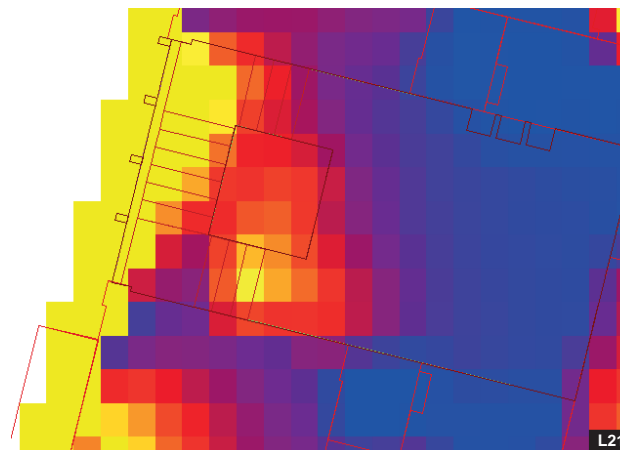
12:00



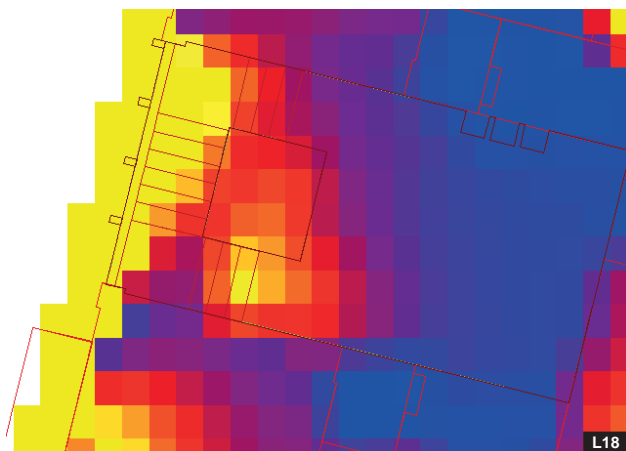
14:00



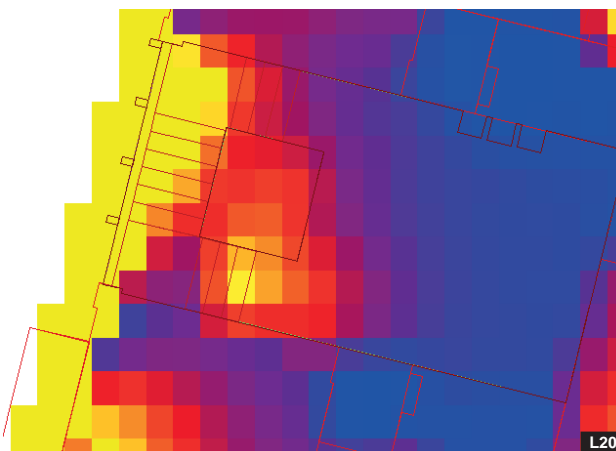
16:00



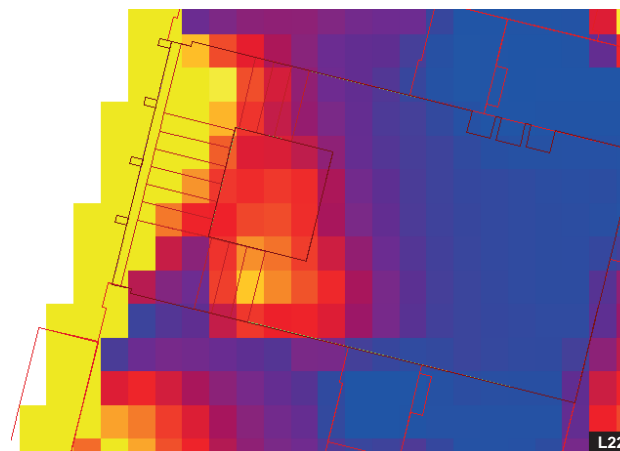
12:00



14:00



16:00



**L17:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de junio, 12:00.

**L18:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L19:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de junio, 14:00.

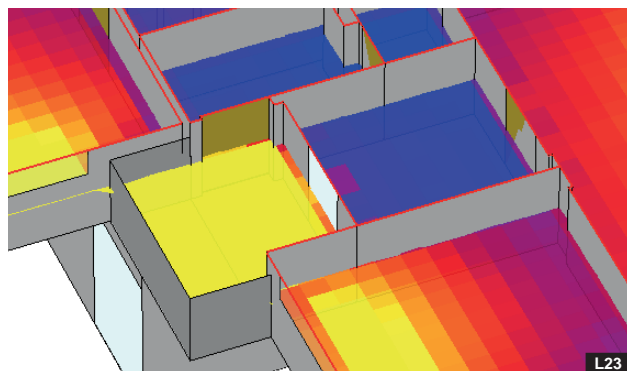
**L20:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 14:00.

**L21:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de junio, 16:00.

**L22:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del vestíbulo tipo, 21 de diciembre, 16:00.

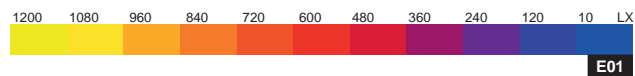


## SIMULACIÓN LUMÍNICA - COCINA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - ESTADO ACTUAL



Resumen de iluminación natural del estado actual - cocina					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	87,02	136,67	208,41	176,15	103,98
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	101,13	147,45	216,07	195,94	108,07

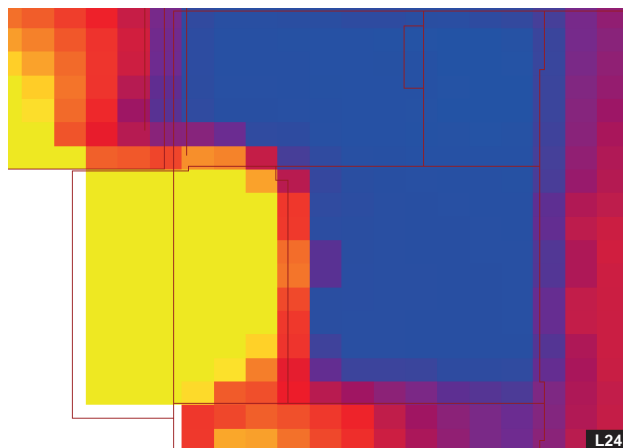
T03



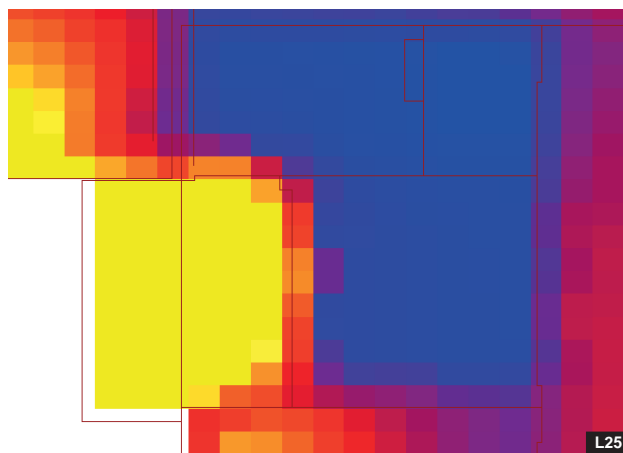
E01

**L23:** Perspectiva de la cocina tipo seleccionada para el análisis lumínico. Estado actual.  
**T03:** Tabla de resumen de la iluminación natural de la cocina seleccionado en el proceso de simulación. Estado actual.  
**E01:** Escala de iluminación (lux)

8:00

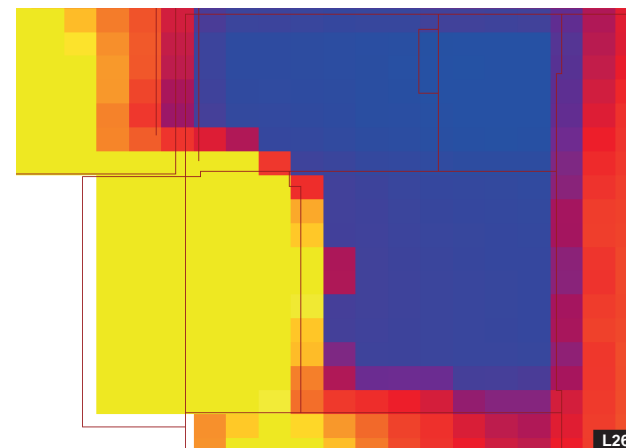


8:00

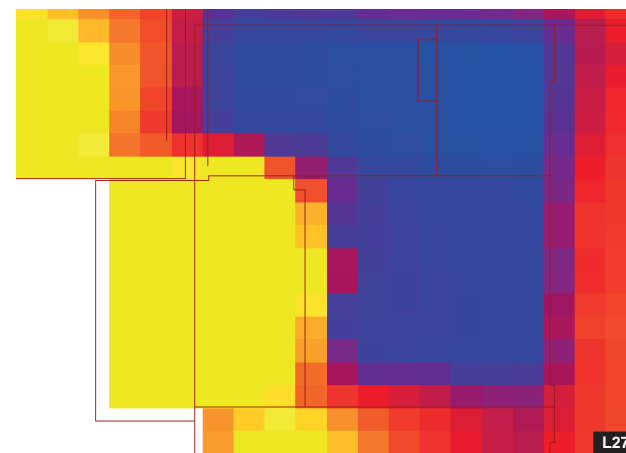


**L24:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de junio, 8:00.  
**L25:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de diciembre, 8:00.

10:00



10:00

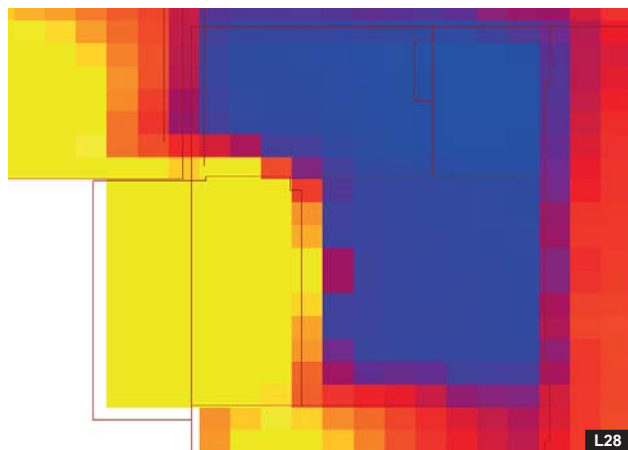


**L26:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de junio, 10:00.  
**L27:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de diciembre, 10:00.

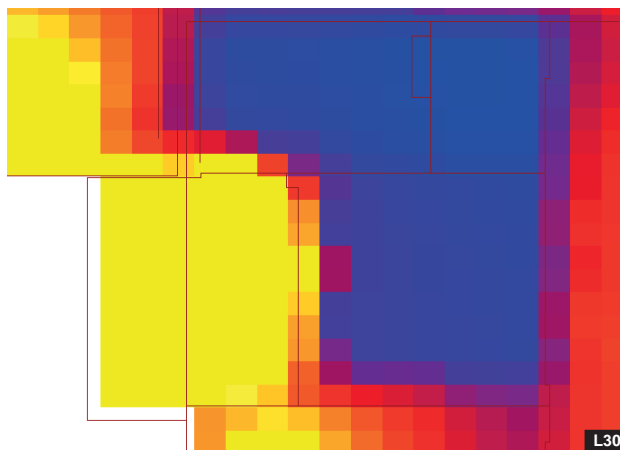




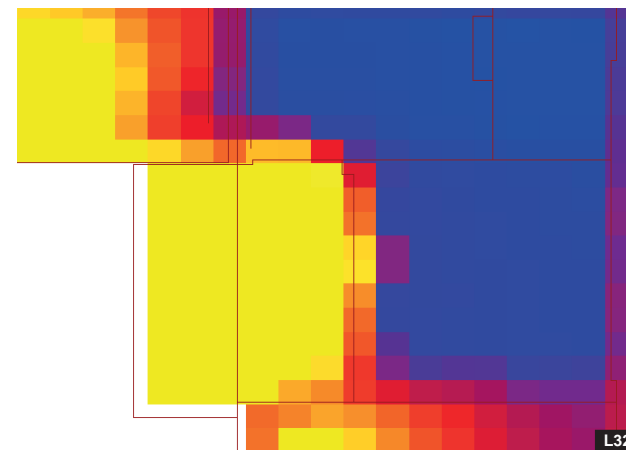
12:00



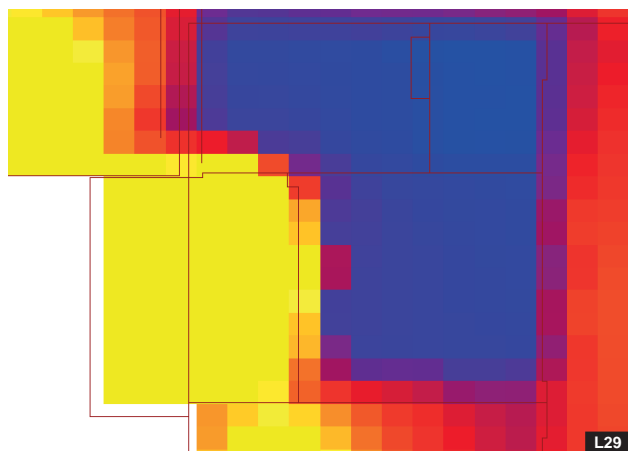
14:00



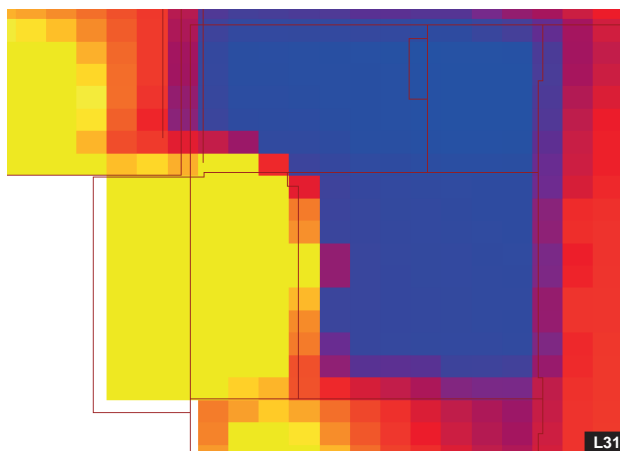
16:00



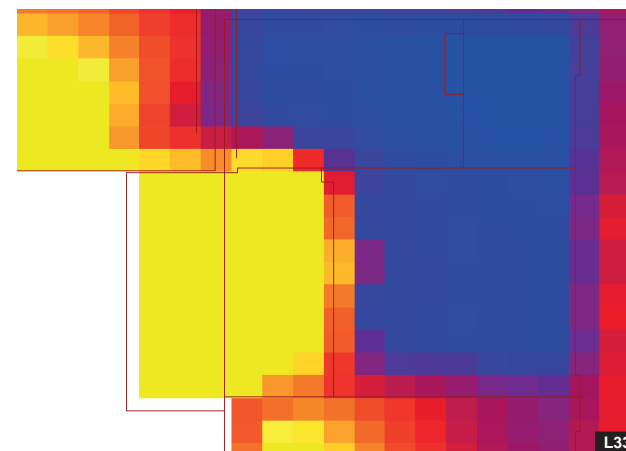
12:00



14:00



16:00



**L28:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de junio, 12:00.

**L29:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L30:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de junio, 14:00.

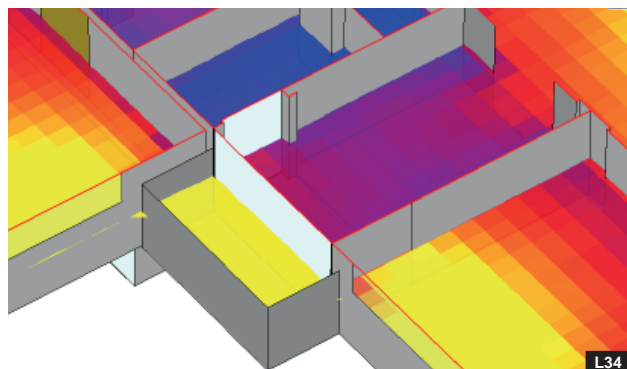
**L31:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de diciembre, 14:00.

**L32:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de junio, 16:00.

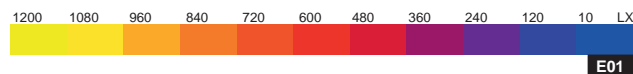
**L33:** Simulación de iluminación natural del estado actual de la cocina tipo, 21 de diciembre, 16:00.



## SIMULACIÓN LUMÍNICA - COCINA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - PROPUESTA

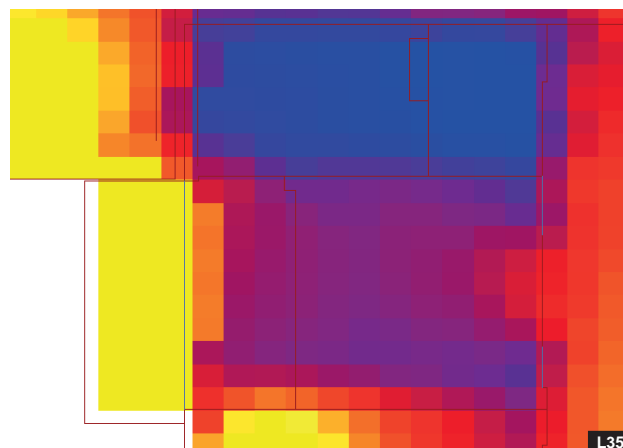


Resumen de iluminación natural de la propuesta 1 - cocina					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	174,94	250,61	352,54	248,32	225,38
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	229,02	318,19	427,36	378,43	332,58

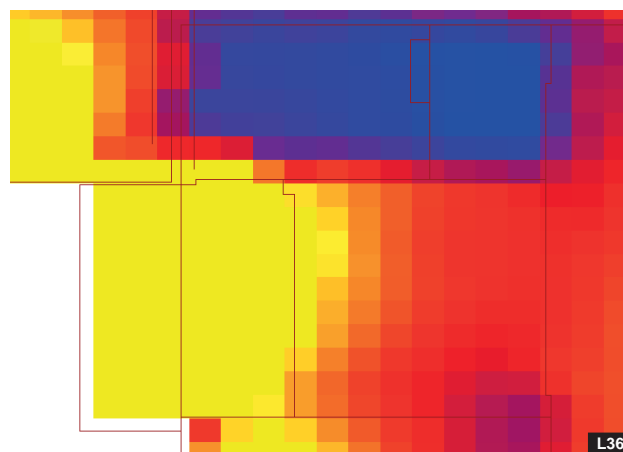


**L34:** Perspectiva de la cocina tipo seleccionada para el análisis lumínico. Propuesta.  
**T04:** Tabla de resumen de la iluminación natural de la cocina seleccionado en el proceso de simulación. Propuesta.  
**E01:** Escala de iluminación (lux)

8:00

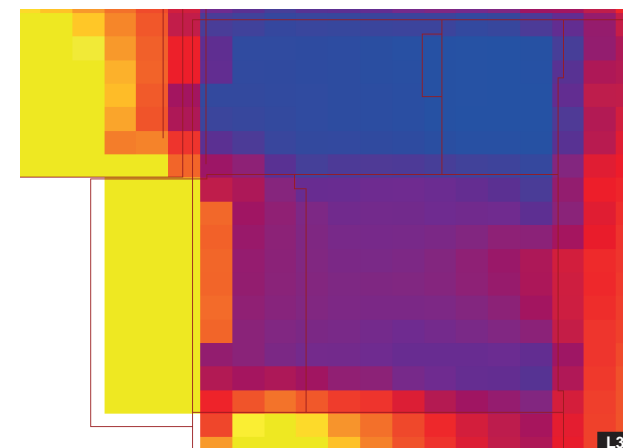


8:00

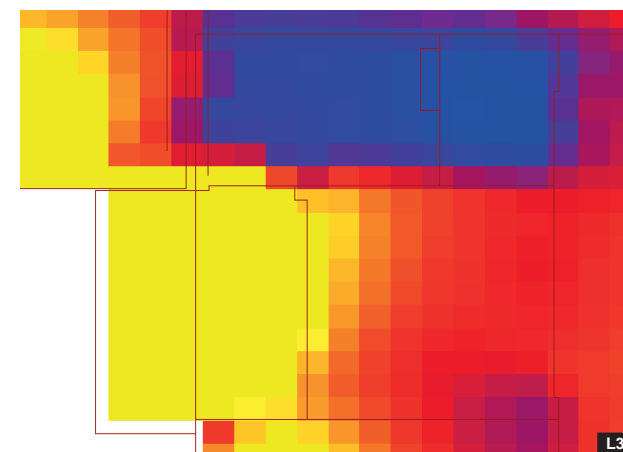


**L35:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de junio, 8:00.  
**L36:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de diciembre, 8:00.

10:00



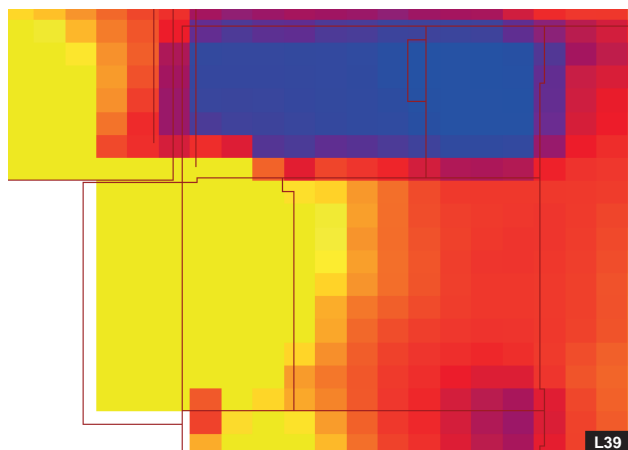
10:00



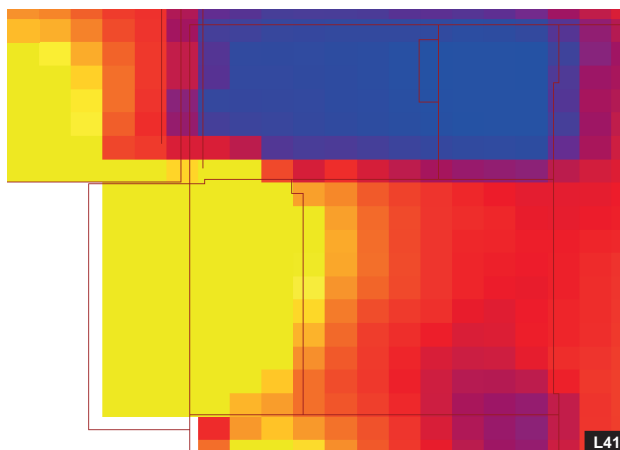
**L37:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de junio, 10:00.  
**L38:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de diciembre, 10:00.



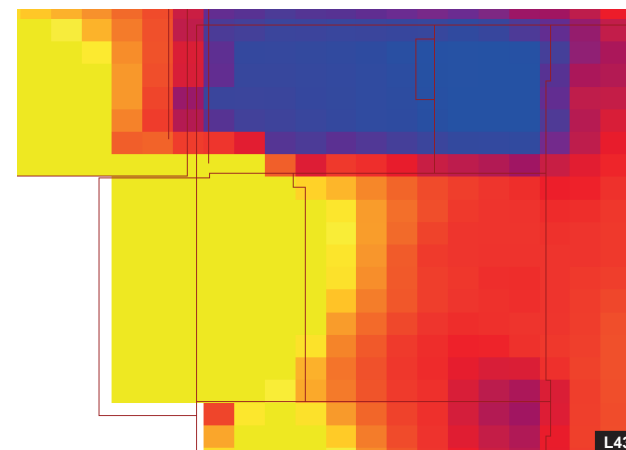
12:00



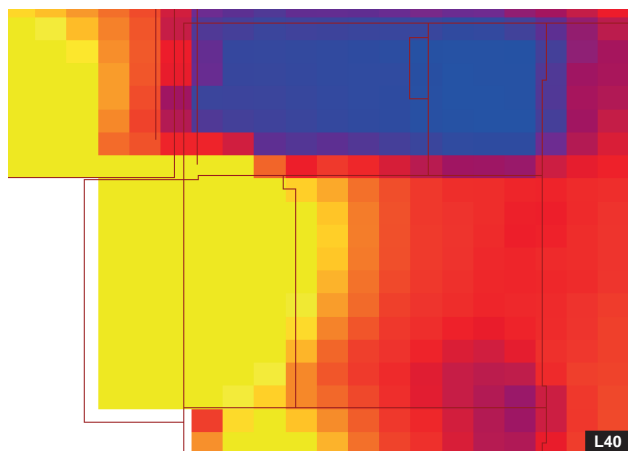
14:00



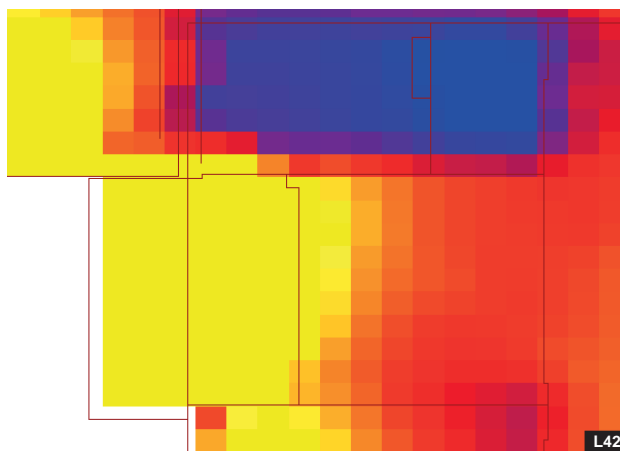
16:00



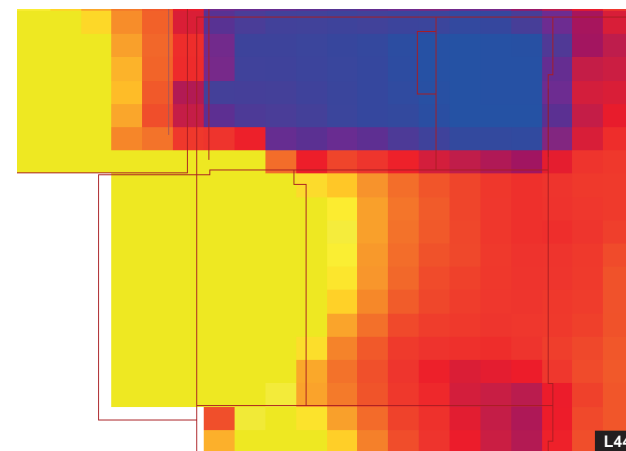
12:00



14:00



16:00



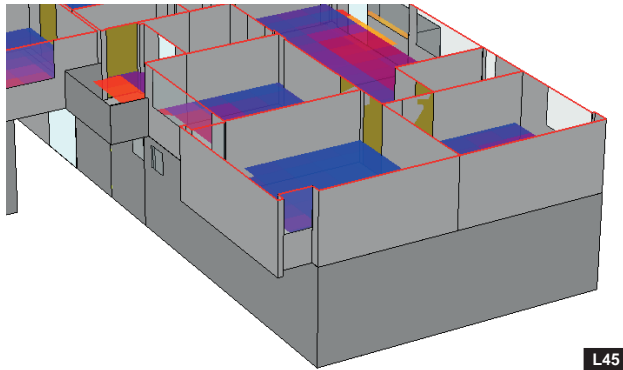
**L39:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de junio, 12:00.  
**L40:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L41:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de junio, 14:00.  
**L42:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de diciembre, 14:00.

**L43:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de junio, 16:00.  
**L44:** Simulación de iluminación natural de la propuesta de la cocina tipo, 21 de diciembre, 16:00.



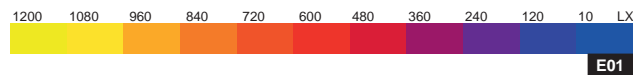
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - DORMITORIO, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - ESTADO ACTUAL



L45

Resumen de iluminación natural del estado actual - dormitorio					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	64,02	116,69	125,15	96,94	85,62
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	70,94	122,32	136,39	105,33	87,62

T05



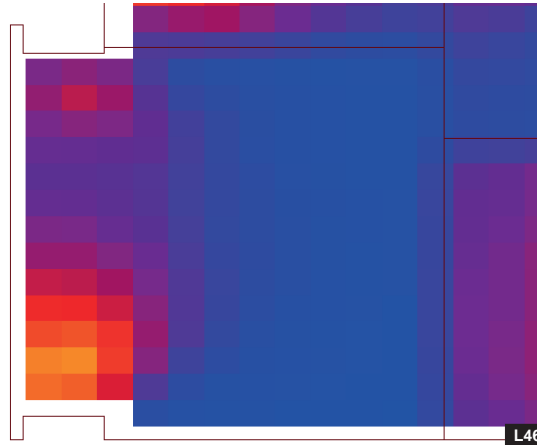
E01

L45: Perspectiva del dormitorio tipo seleccionada para el análisis lumínico. Estado actual.

T05: Tabla de resumen de la iluminación natural de la cocina seleccionado en el proceso de simulación. Estado actual.

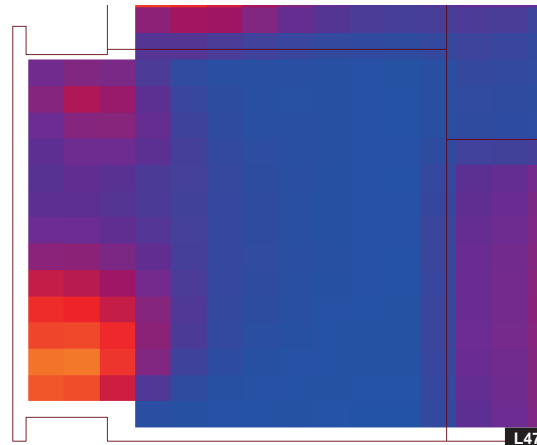
E01: Escala de iluminación (lux)

8:00



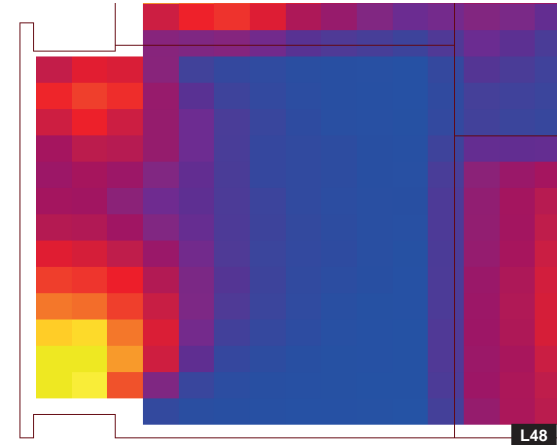
L46

8:00



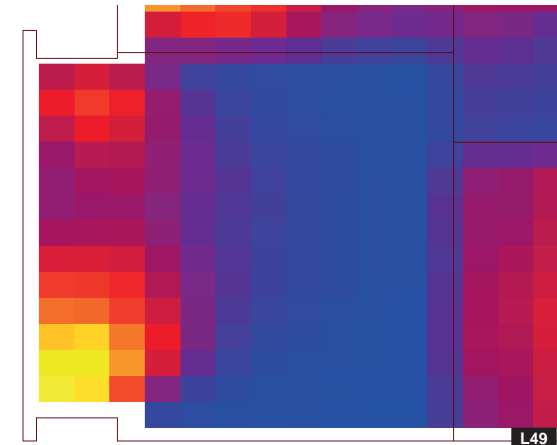
L47

10:00



L48

10:00



L49

L46: Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de junio, 8:00.

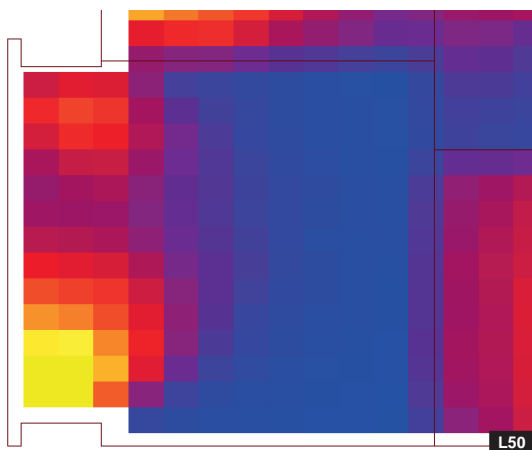
L47: Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 8:00.

L48: Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de junio, 10:00.

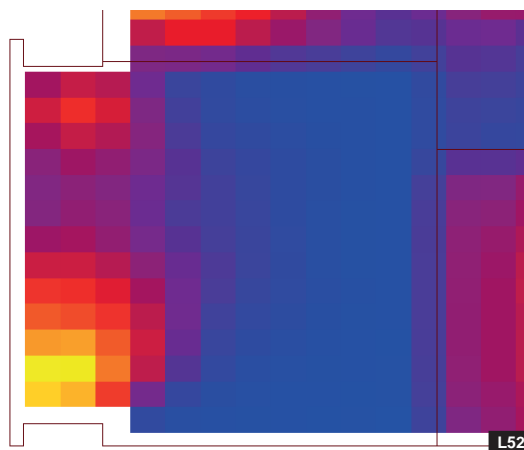
L49: Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 10:00.



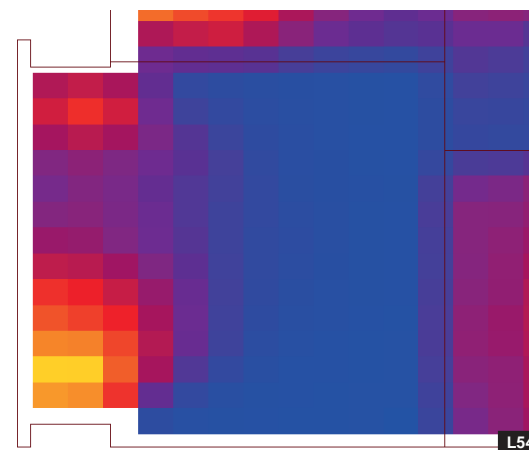
12:00



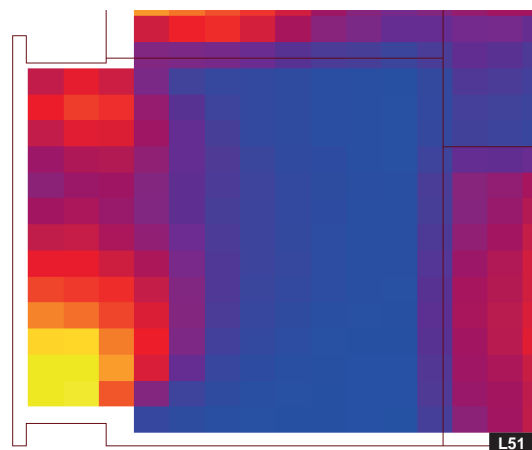
14:00



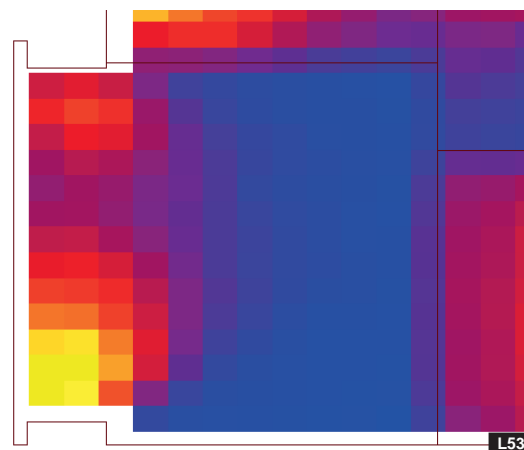
16:00



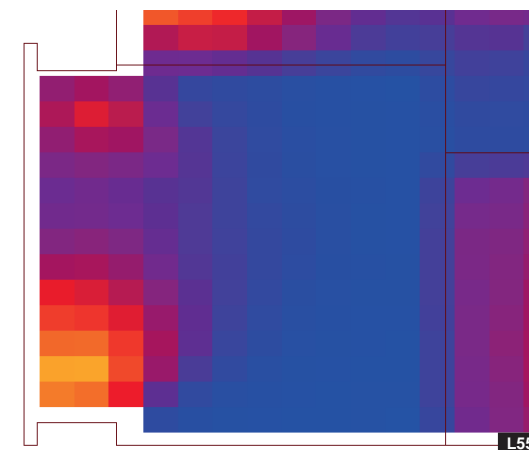
12:00



14:00



16:00



**L50:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de junio, 12:00.

**L51:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L52:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de junio, 14:00.

**L53:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 14:00.

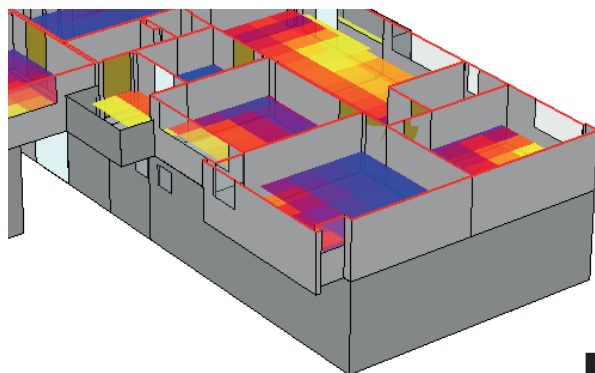
**L54:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de junio, 16:00.

**L55:** Simulación de iluminación natural del estado actual del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 16:00.





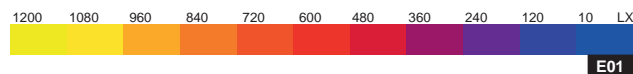
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - DORMITORIO, SOLSTICIO 21 DE JUNIO Y 21 DE DICIEMBRE - PROPUESTA



L56

Resumen de iluminación natural de la propuesta - dormitorio					
21 de Junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	163,18	178,23	236,65	187,54	112,32
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	181,45	203,85	264,97	215,34	174,59

T06

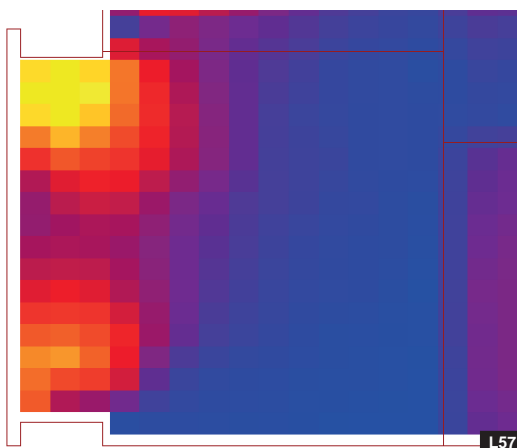


E01

**L56:** Perspectiva del dormitorio tipo seleccionada para el análisis lumínico. Propuesta.  
**T06:** Tabla de resumen de la iluminación natural de la cocina seleccionado en el proceso de simulación. Propuesta.

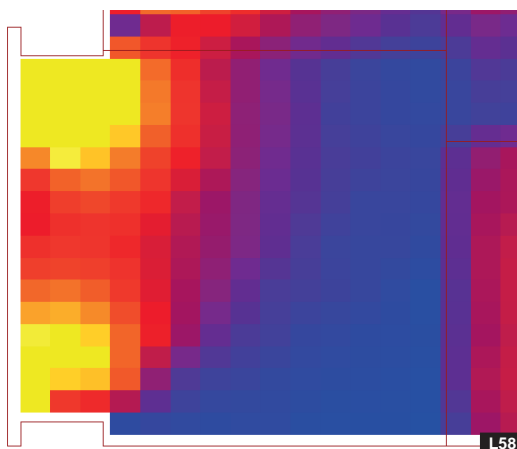
**E01:** Escala de iluminación (lux)

8:00



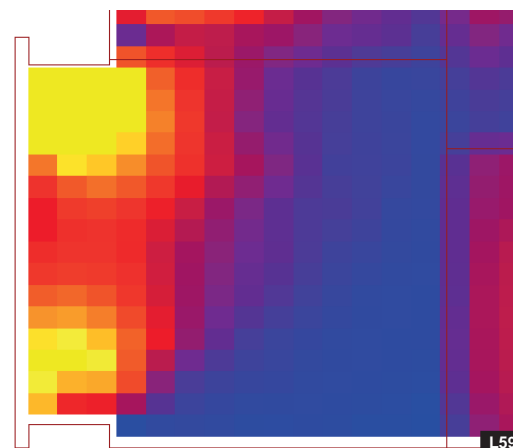
L57

8:00



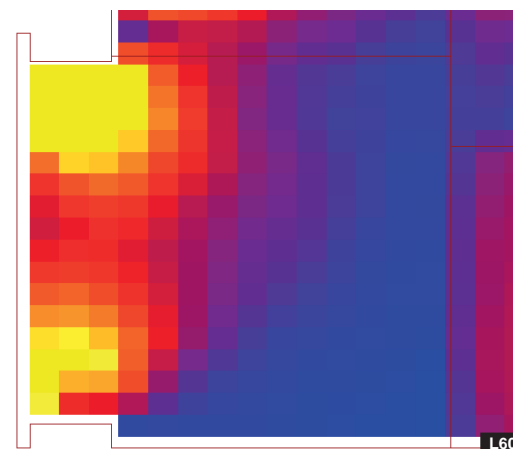
L58

10:00



L59

10:00



L60

**L57:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de junio, 8:00.

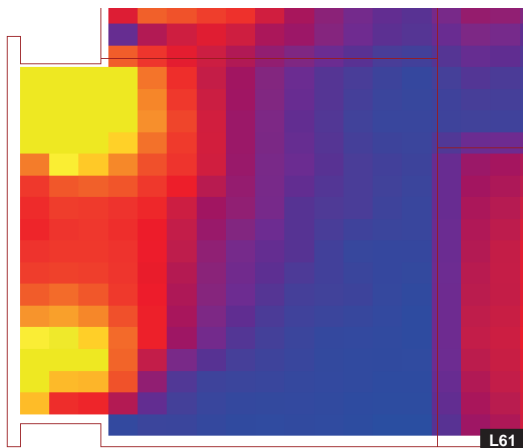
**L58:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 8:00.

**L59:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de junio, 10:00.

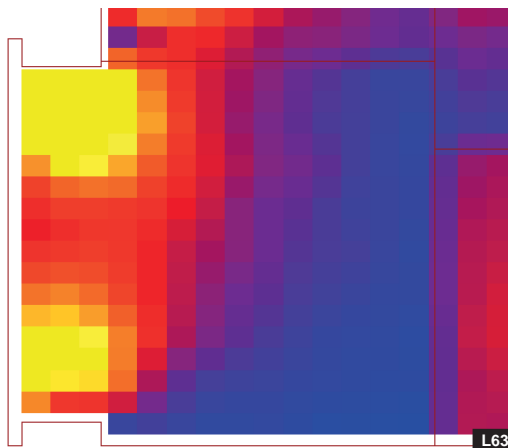
**L60:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 10:00.



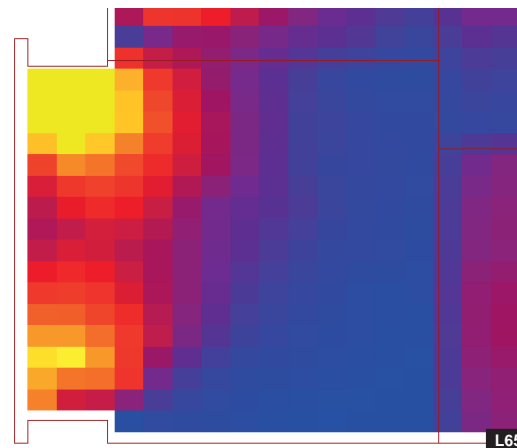
12:00



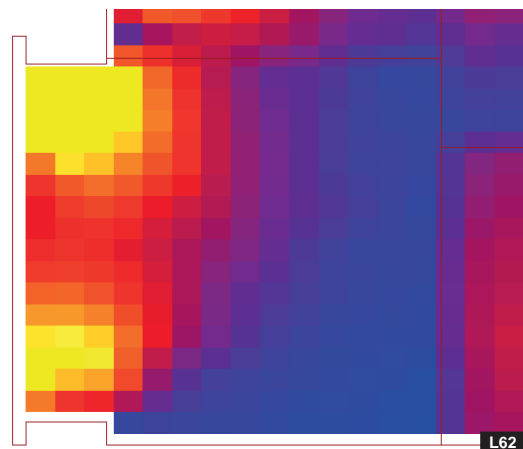
14:00



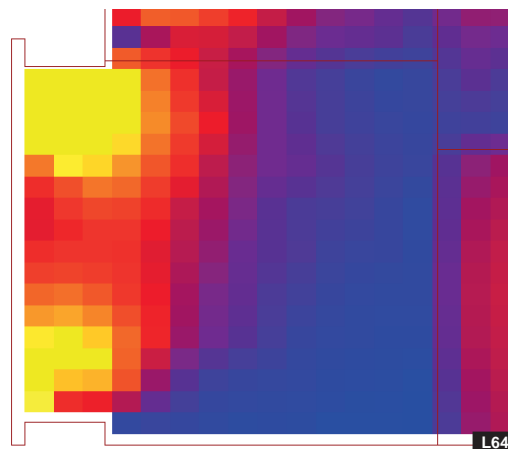
16:00



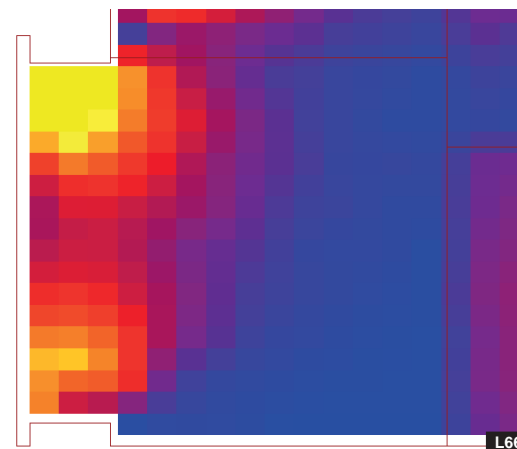
12:00



14:00



16:00



**L61:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de junio, 12:00.

**L62:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 12:00.

**L63:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de junio, 14:00.

**L64:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 14:00.

**L65:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de junio, 16:00.

**L66:** Simulación de iluminación natural de la propuesta del dormitorio tipo, 21 de diciembre, 16:00.



### 6.3. CONCLUSIONES

Una vez realizadas las diferentes propuestas en los espacios que carecen de iluminación natural, mediante la simulación en el programa Autodesk Ecotect Educational, podemos determinar que se ha dado solución a este problema lumínico en los espacios antes mencionados. *(Tablas T07, T08)*

Los valores obtenidos son los valores recomendados por la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, en la parte correspondiente a iluminación. De esta manera garantizamos que en los departamentos durante la mayor parte de horas del día no se tenga que utilizar la iluminación artificial, lo que supone un ahorro en el consumo energético del Complejo de Multifamiliares del IEES.

Es importante destacar que la carencia de iluminación ha podido ser solucionada con estrategias sencillas, que no implican un elevado presupuesto económico y tampoco una modificación drástica del edificio.

### 6.4. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

Si bien la tesis de grado tiene por objetivo el mejoramiento de la condiciones de confort térmico, lumínico y visual de los Multifamiliares de IEES, y ello se ha alcanzado con las diferentes estrategias climáticas seleccionadas, es parte importante también dar solu-

Resumen de iluminación natural del estado actual - Vestíbulo					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	67,89	87,52	122,39	101,58	87,75
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	75,09	92,59	147,56	128,34	70,56
Resumen de iluminación natural del estado actual - Cocina					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	87,02	136,67	208,41	176,15	103,98
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	101,13	147,45	216,07	195,94	108,07
Resumen de iluminación natural del estado actual - Dormitorio					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	64,02	116,69	125,15	96,94	85,62
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	70,94	122,32	136,39	105,33	87,62

T07

Resumen de iluminación natural de la propuesta - Vestíbulo					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	103,35	116,38	141,53	121,93	102,04
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Vestíbulo	112,09	125,29	161,18	130,52	120,18
Resumen de iluminación natural de la propuesta - Cocina					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	174,94	250,61	352,54	248,32	225,38
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Cocina	229,02	318,19	427,36	378,43	332,58
Resumen de iluminación natural de la propuesta - Dormitorio					
21 de junio					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	163,18	178,23	236,65	187,54	112,32
21 de diciembre					
Espacio	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
Dormitorio	181,45	203,85	264,97	215,34	174,59

T08

T07: Tabla de resumen de la iluminación natural de los diferentes espacios seleccionados en el proceso de simulación. Estado actual.

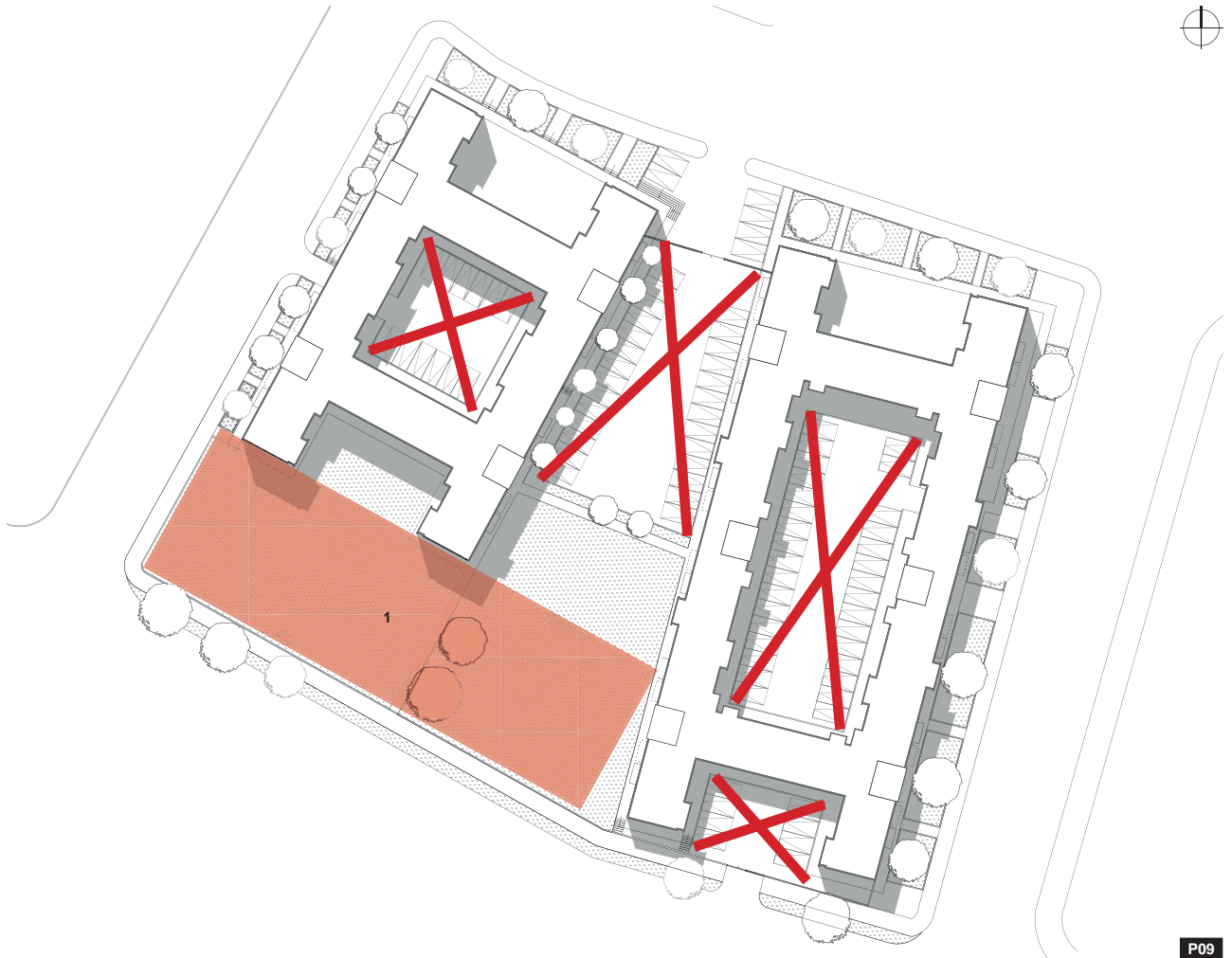
T08: Tabla de resumen de la iluminación natural de los diferentes espacios seleccionados en el proceso de simulación. Propuesta.

ción al problema espacial que actualmente atraviesa el complejo, para ello se realiza la propuesta del anteproyecto arquitectónico que se describe a continuación.

Una parte importante de la propuesta consiste en incrementar el área verde del complejo, para ello se eliminan los parqueaderos que se encuentran al interior de los bloques e incluso entre ellos, de esta manera se crea un parqueadero subterráneo de dos niveles que permite albergar el número total de parqueos por residencia existente (120 plazas de parqueo). La parte de la cubierta del parqueadero será utilizada como espacio verde y espacio recreativo biosaludable para los residentes, además de ofrecer un lugar para estar e incluso descansar. En las nuevos espacios verdes se implementa mobiliario de descanso como bancas y juegos infantiles para niños. (Plano P09)

La distribución de la nueva vegetación en altura responde a la sombra que ésta produce y se ubica en los lugares en donde dicha sombra no afecta de manera directa a los departamentos en planta baja, de tal manera que puedan maximizar la ganancia solar durante un mayor número de horas en el día por razones de ubicación y emplazamiento.

Además de los parqueaderos para los residentes, se implementa un área de estacionamiento momentáneo para las visitas (7



1. Propuesta de ubicación de parqueadero de dos niveles.

P09: Eliminación de parqueaderos e implementación de un parqueadero de dos niveles.



plazas de parqueo); y un espacio adicional para la parada de buses, en esta parte es importante indicar que se hizo un análisis de la frecuencia y número de buses, por lo general en un mismo periodo de tiempo se llegan a encontrar tres buses de diferentes líneas y recorridos. (*Plano P10*)

La propuesta busca retomar la integración original espacial exterior e interior. Para ello se eliminan las barreras transversales de los bloques en planta baja, con la implementación de un cerramiento de vidrio para efectos de seguridad, también se proporciona un acceso directo hacia los vestíbulos (*plano P11, 12*). En este proceso se eliminan dos departamentos tipo A del bloque B, los mismos que serán reubicados en el bloque A con la eliminación de los locales comerciales interiores. De esta manera se generan espacios semiabiertos para la reunión y la convivencia, e incluso para la realización de exposiciones de cualquier tipo, conectando también a los dos bloques de una manera más directa y generando mayor relación social entre los residentes. Además, la propuesta busca revitalizar el comercio en planta baja (parte exterior en la Avenida Fray Vicente Solano y la Calle Benjamín de la Cadena) con una distinción entre la parte comercial y la parte residencial. Adicionalmente, se elimina el bloque que sobresale en la esquina de las Avenida Fray Vicente Solano y Avenida 12 de Abril para conservar la proporción original del bloque A y del



1. Propuesta de ubicación de parqueadero momentáneo de visitas.
2. Propuesta de ubicación de parqueadero momentáneo de buses.

**P10:** Propuesta de parqueaderos para visitas y para buses.



complejo.

En cuanto a los departamentos, en éstos se realizan intervenciones de acuerdo a la normativa vigente de espacios habitables y con relación a las estrategias lumínicas seleccionadas para los espacios con problemas de iluminación natural.

Finalmente en lo que respecta a la accesibilidad, se implementan ascensores en cada uno de los bloques residenciales, una ventaja en este aspecto, es que estuvo prevista desde el diseño original la caja para los ascensores, y por razones de iluminación en los vestíbulos, éstos son de vidrio y panorámicos. La circulación en la parte exterior del complejo se realiza mediante rampas, pensando en las personas con capacidades especiales y personas de la tercera edad. (Plano P13)

En la parte constructiva se implementan goterones en cada nivel para evitar las manchas y el deterioro de las paredes causados por el agua de lluvia. Además, se impermeabiliza la cubierta para evitar las filtraciones de agua en los departamentos de las últimas plantas. Adicionalmente se cambia la carpintería metálica original de todo el complejo, ya que ésta produce pérdida de calor del interior al no presentar un sellado adecuado de juntas y entre los diferentes elementos que lo componen. La carpintería seleccionada es de aluminio por cuestiones



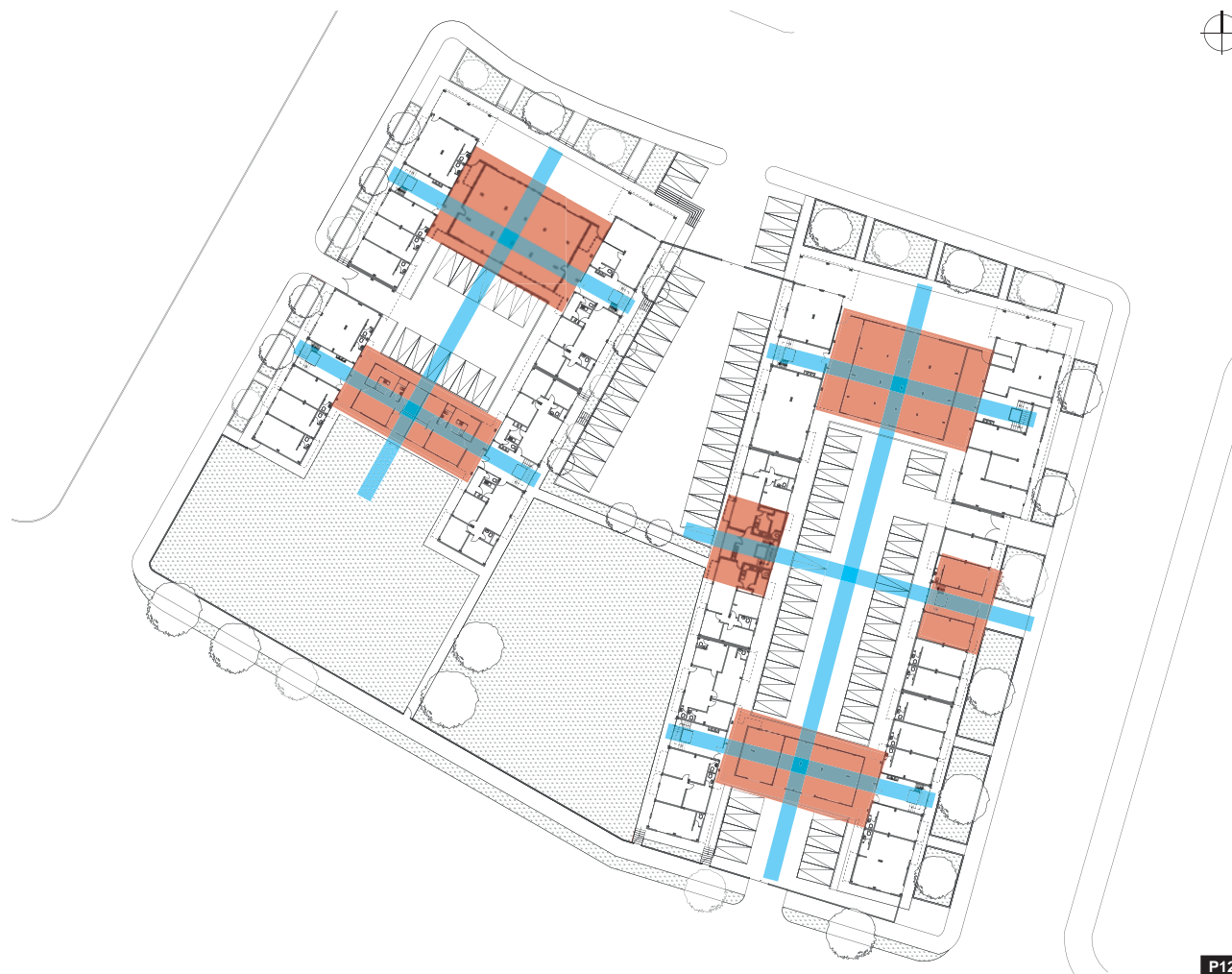
P11

P11: Eliminación de locales comerciales y espacios transversales en planta baja.



térmicas y herméticas, con la opción de utilizar carpintería de PVC.

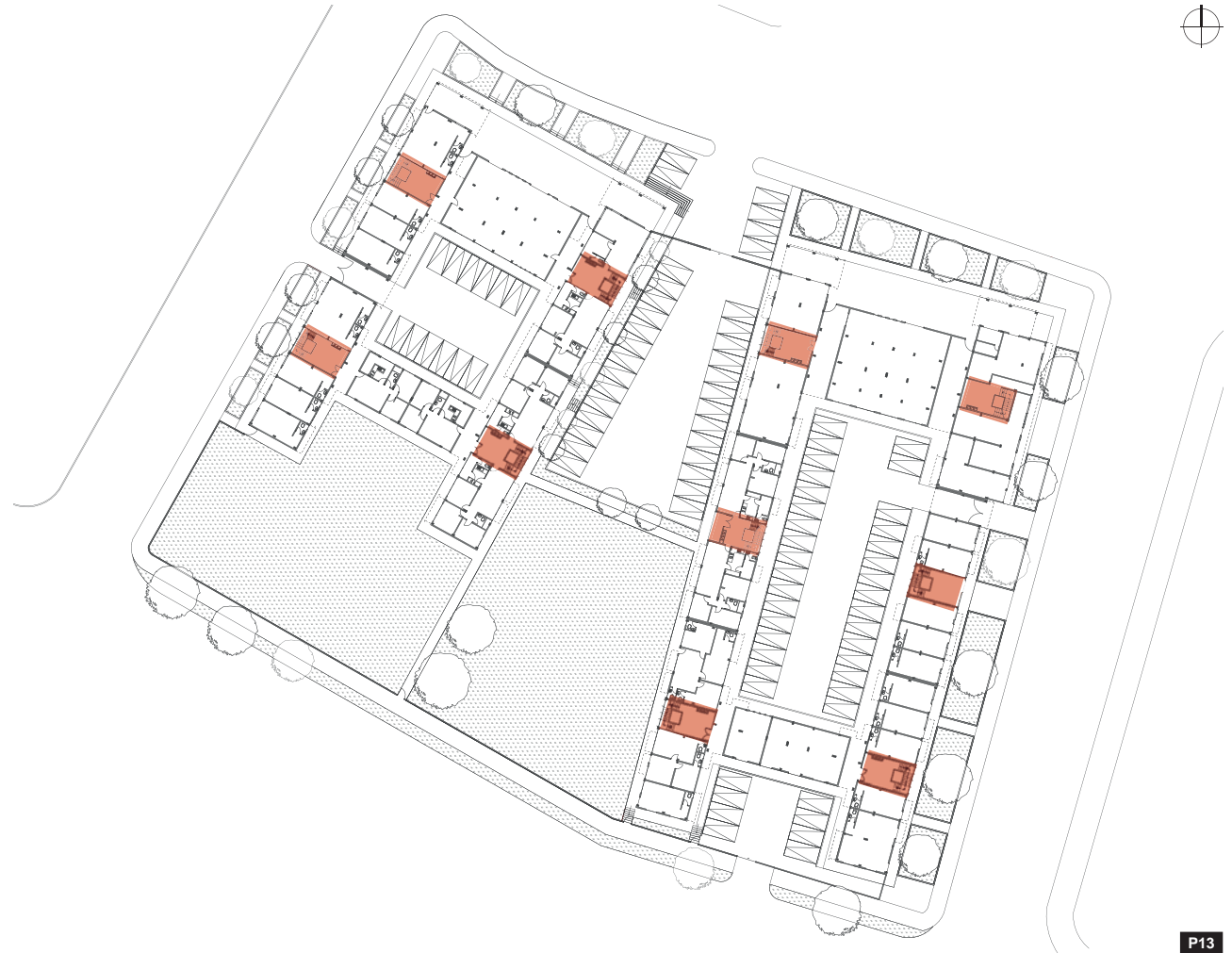
Se detalla el anteproyecto arquitectónico con la implementación de las estrategias constructivas y climáticas seleccionadas, así como el diseño y recuperación de los diferentes espacios exteriores del Complejo de Multifamiliares del IESS en la segunda parte de la tesis de grado que contiene los planos arquitectónicos. (*Ver planos arquitectónicos - Anteproyecto Arquitectónico*)



P12

P12: Propuesta de creación de nuevos vestíbulos y circulaciones.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





## **6.6. BIBLIOGRAFÍA**

### **6.6.1. CRÉDITO DE REDIBUJOS**

**01:** Dibujo: Autores.

### **6.6.2. CRÉDITO DE REDIBUJOS**

**P01 - P15.** Dibujo: Autores.

### **6.6.3. CRÉDITO DE DIAGRAMAS**

**E01.** Fuente: Autores

**L01 - L66.** Programa Autodesk Ecotect.  
Dibujo: Autores.

### **6.6.4. CRÉDITO DE TABLAS**

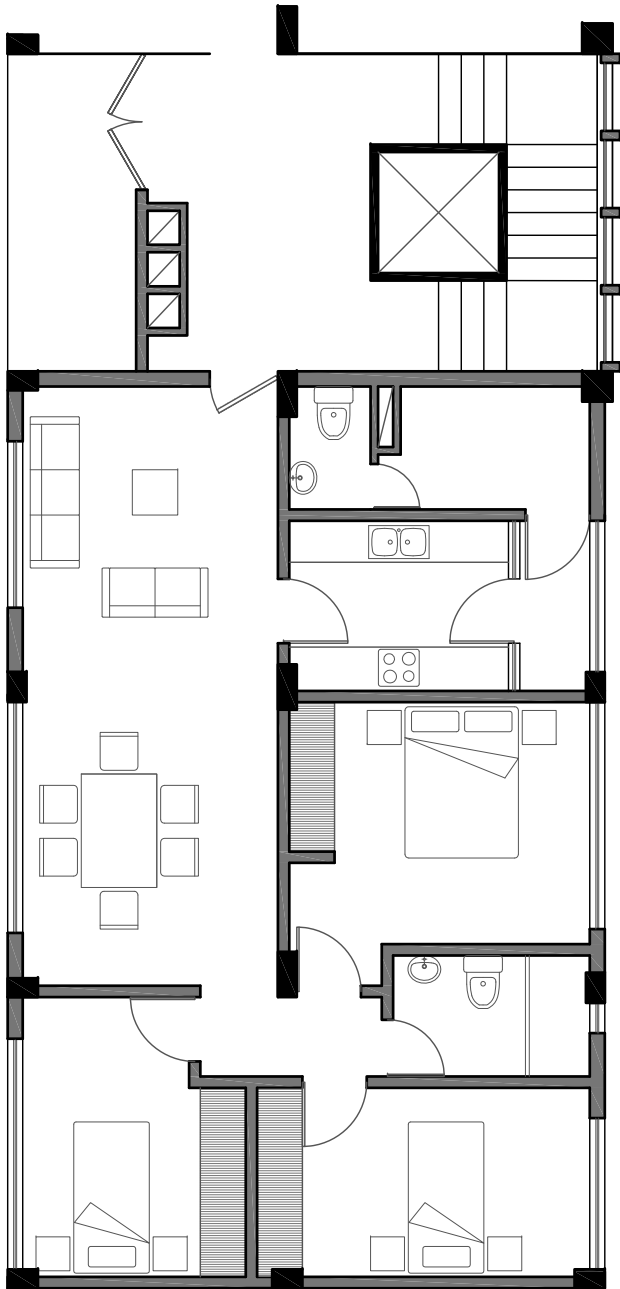
**T01 - T08.** Fuente: Autores



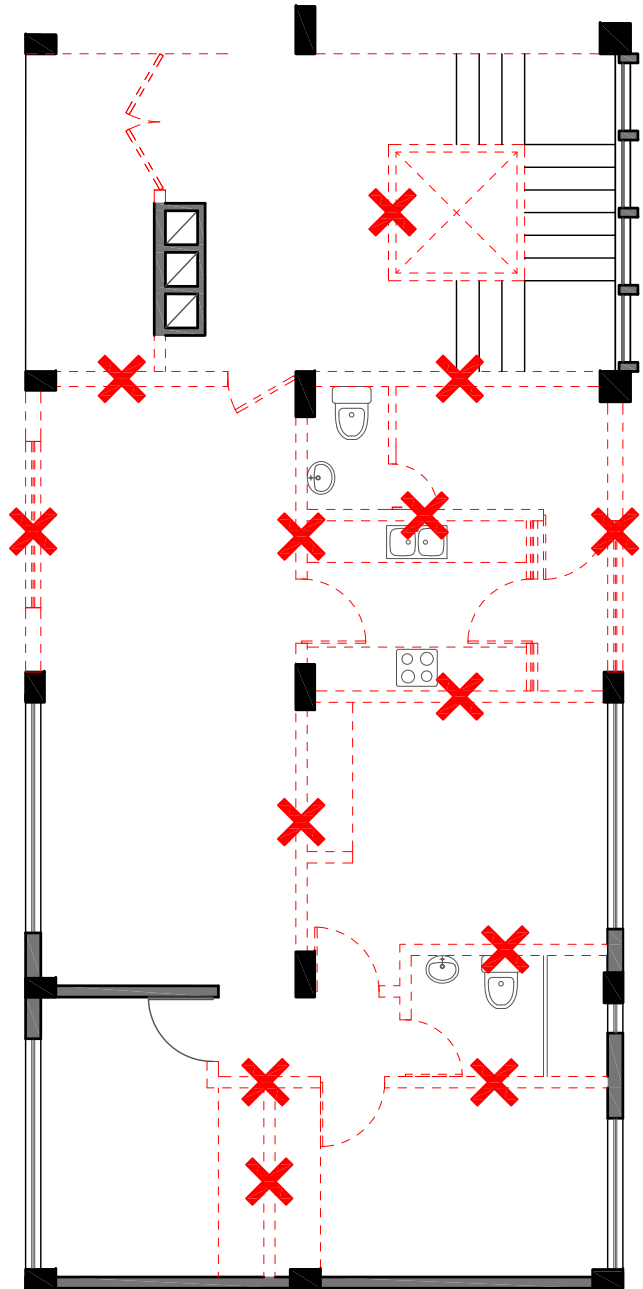




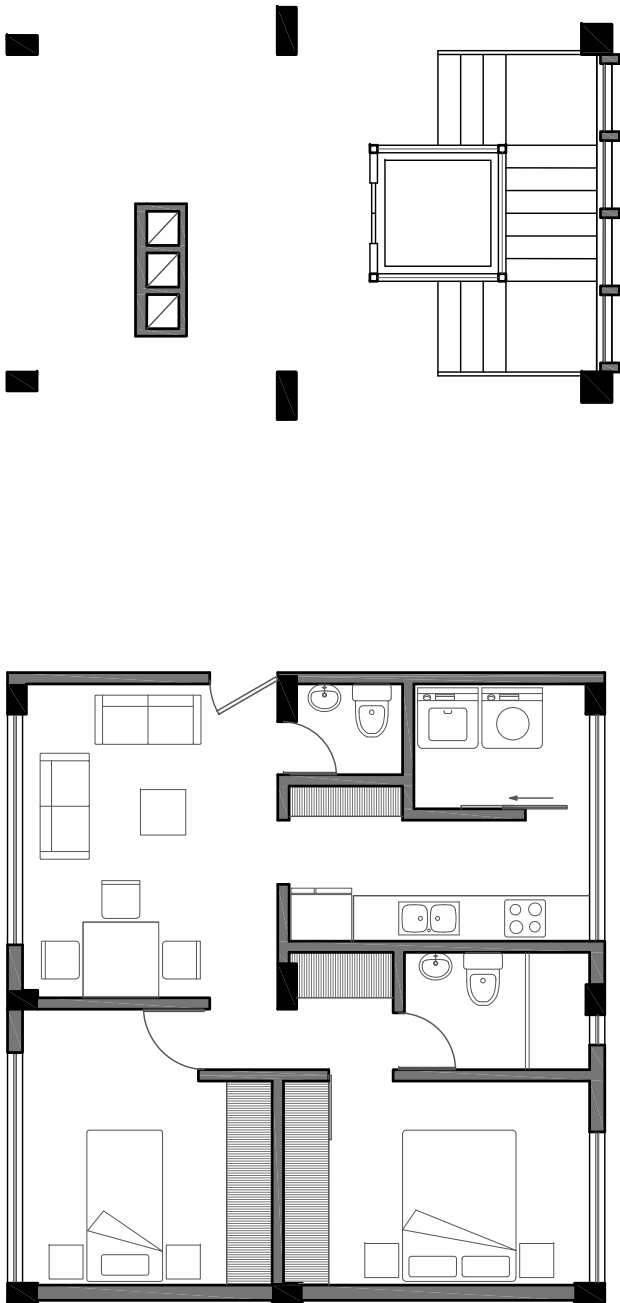
ESTADO ACTUAL - DEPARTAMENTO TIPO A



PROCESO DE TRANSFORMACIÓN - DEPARTAMENTO TIPO A

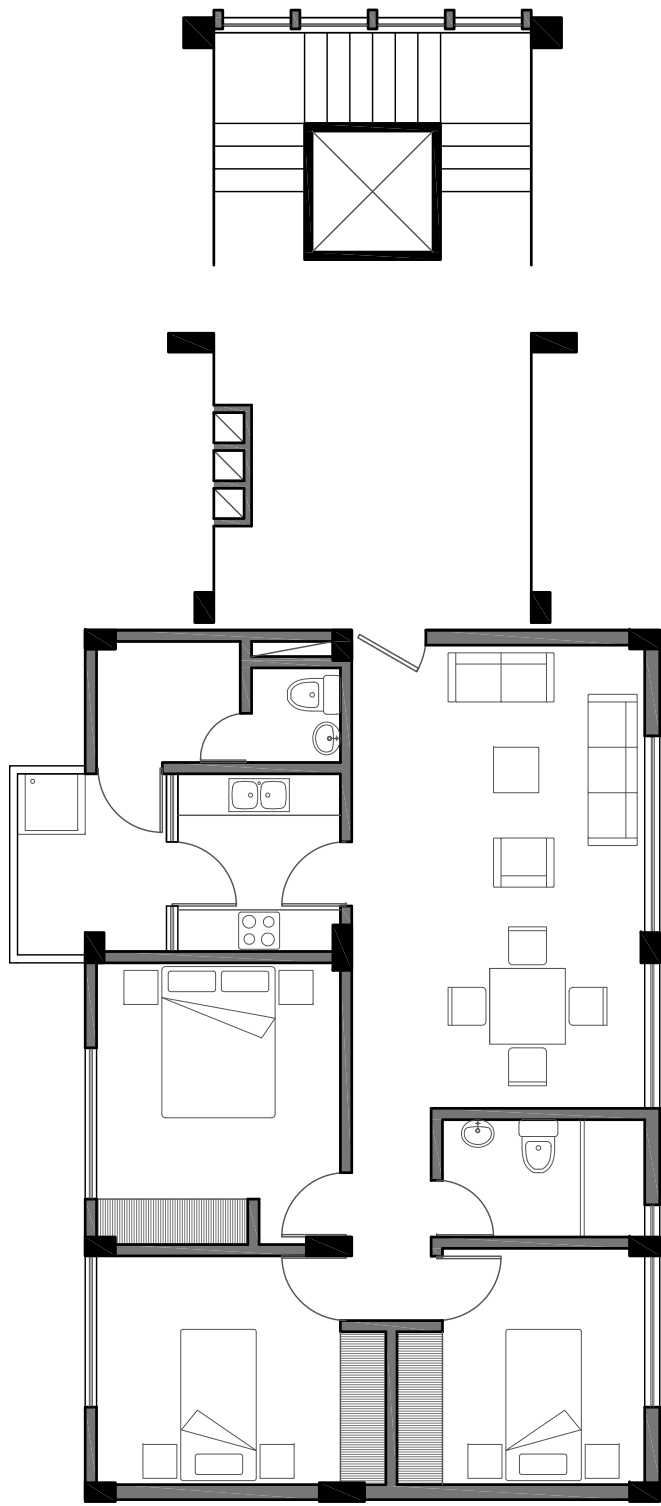


PROPUESTA - DEPARTAMENTO TIPO A

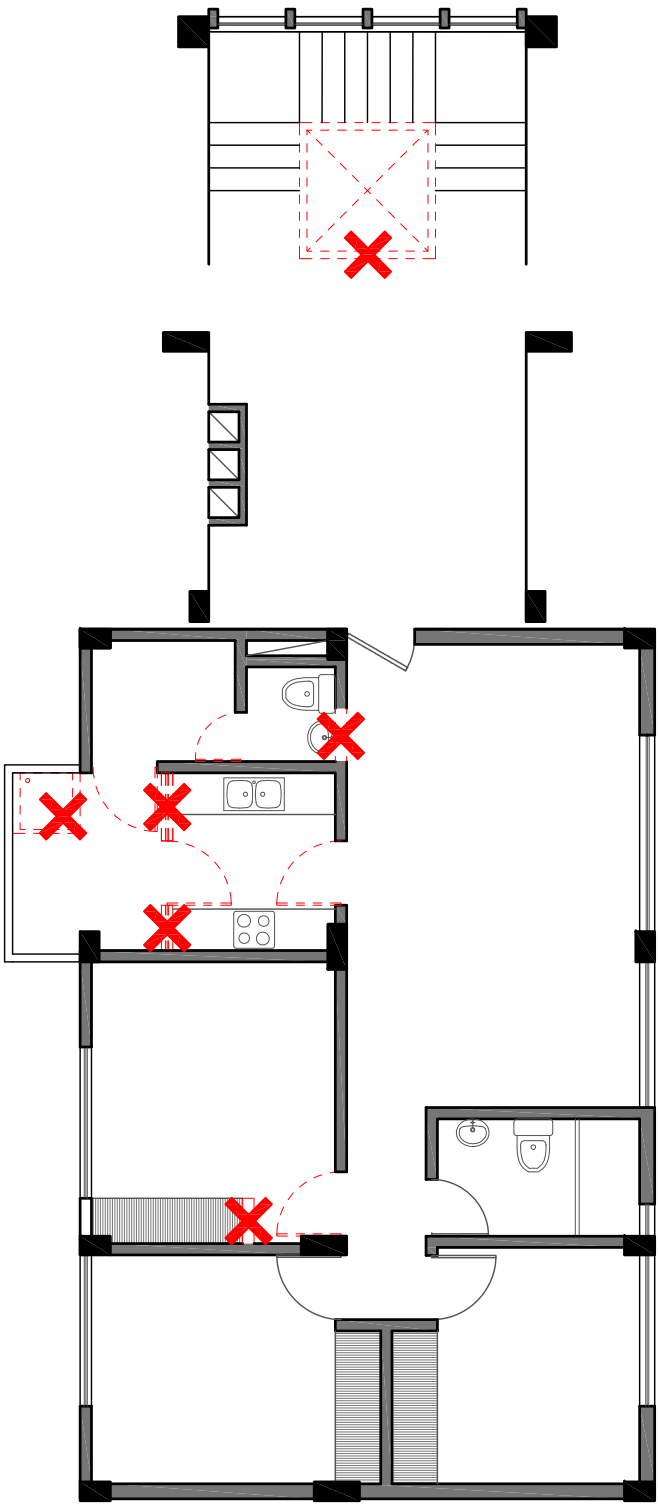




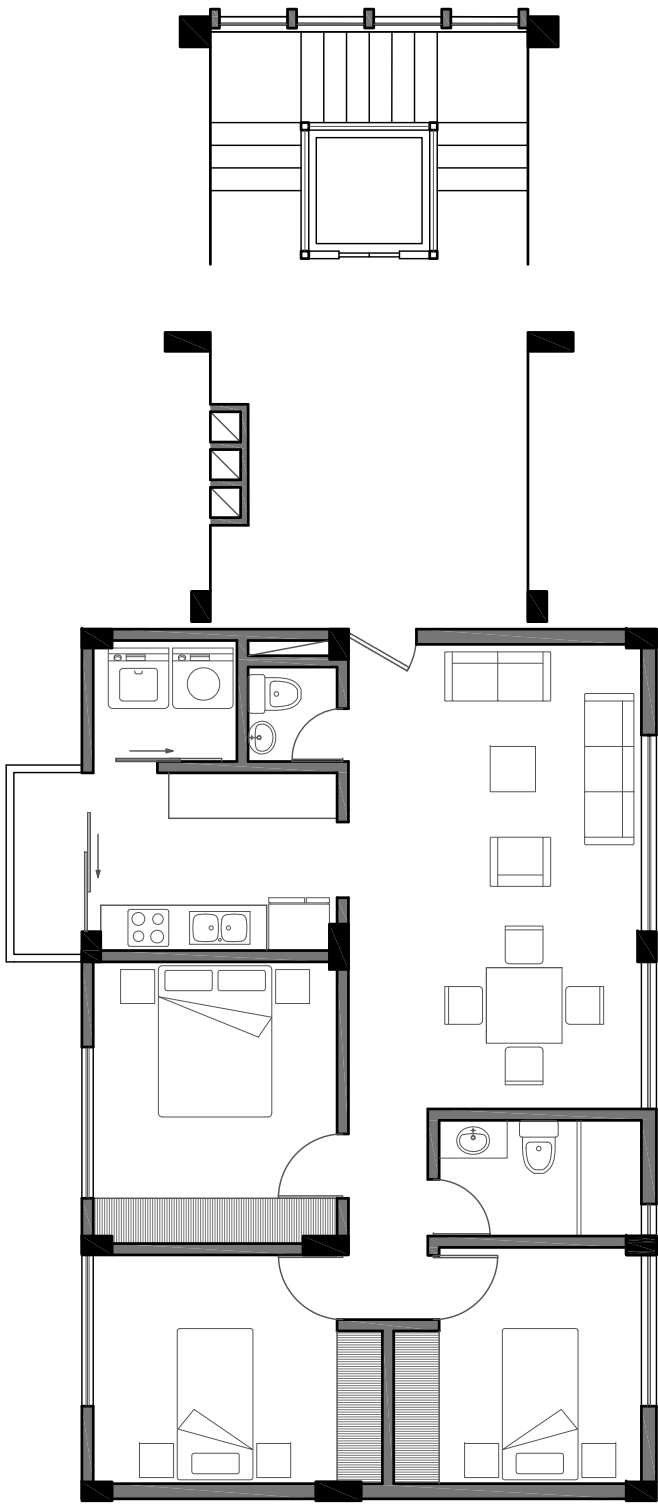
ESTADO ACTUAL - DEPARTAMENTO TIPO B



PROCESO DE TRANSFORMACIÓN - DEPARTAMENTO TIPO B

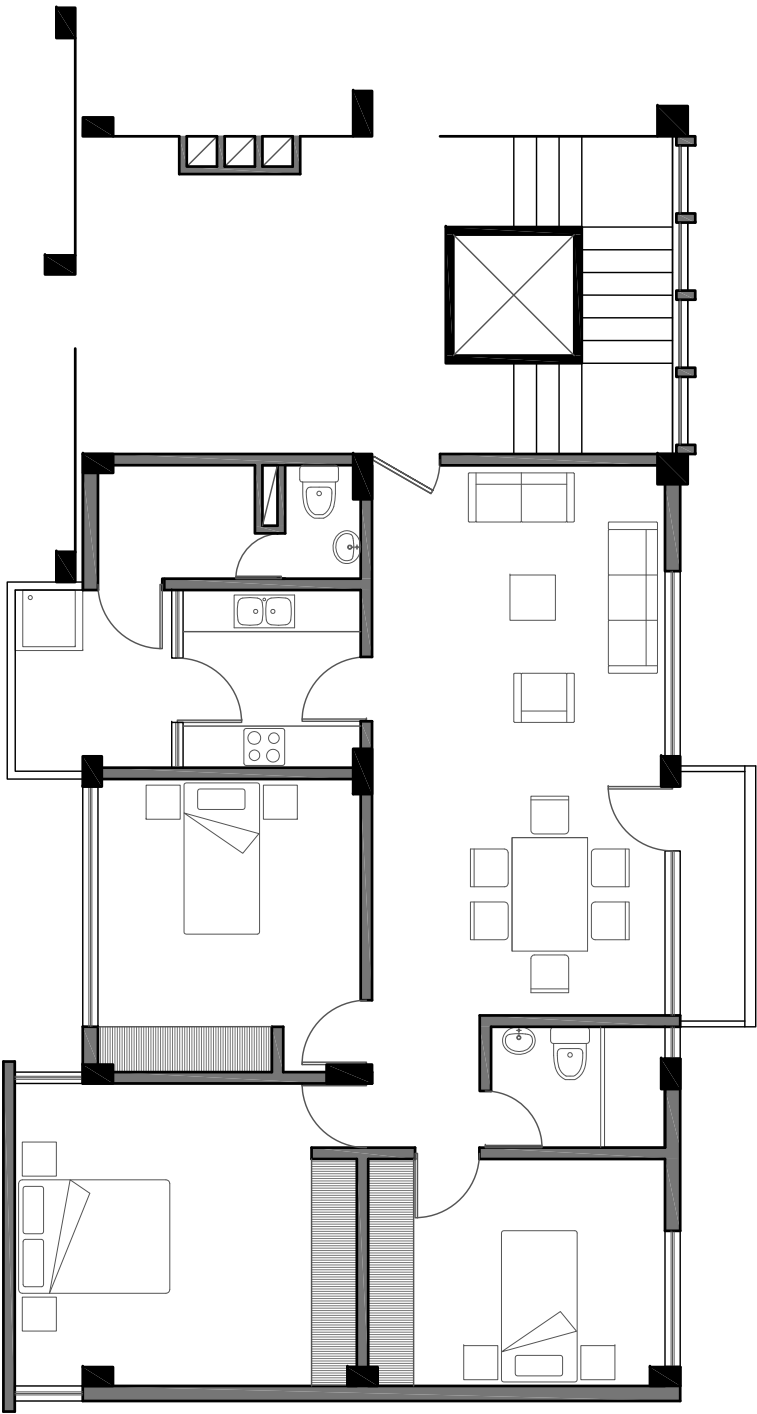


PROPUESTA - DEPARTAMENTO TIPO B

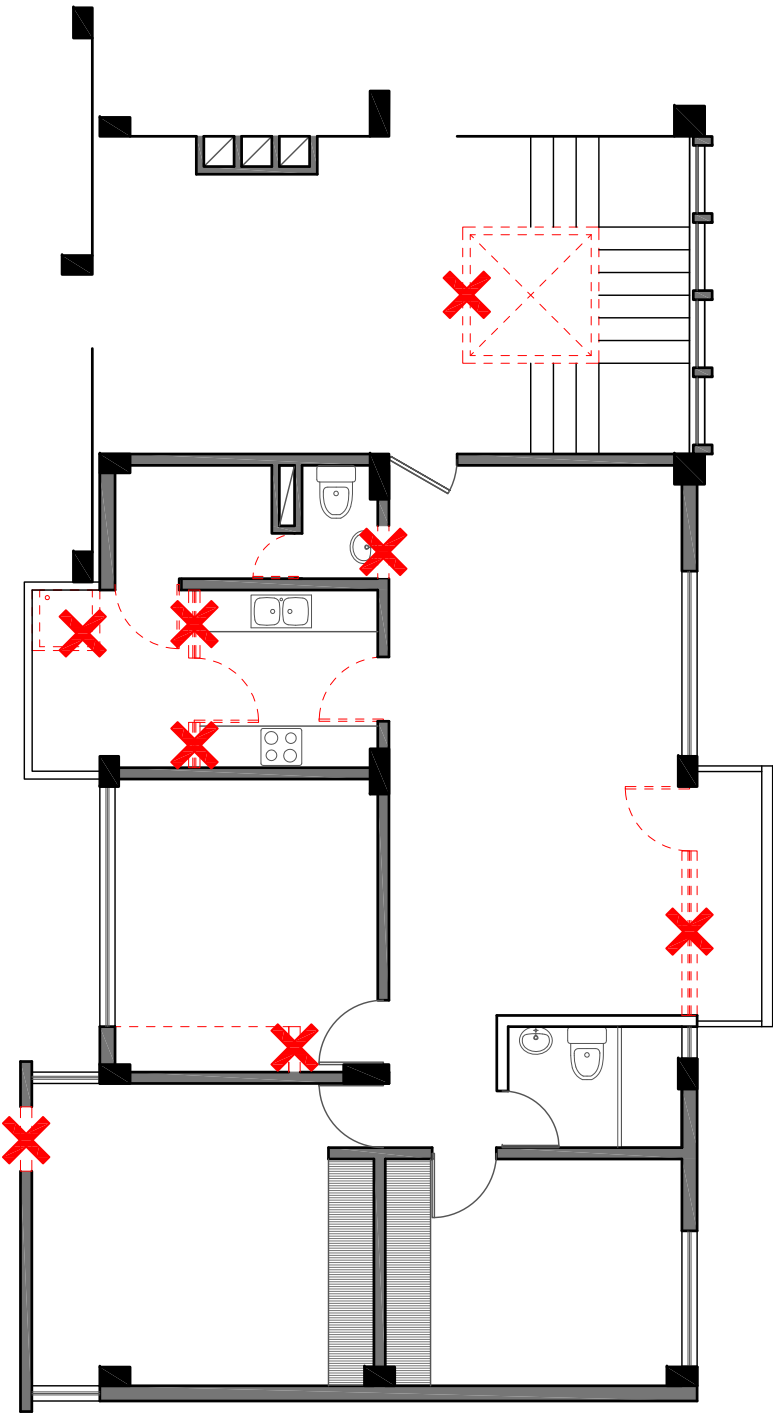




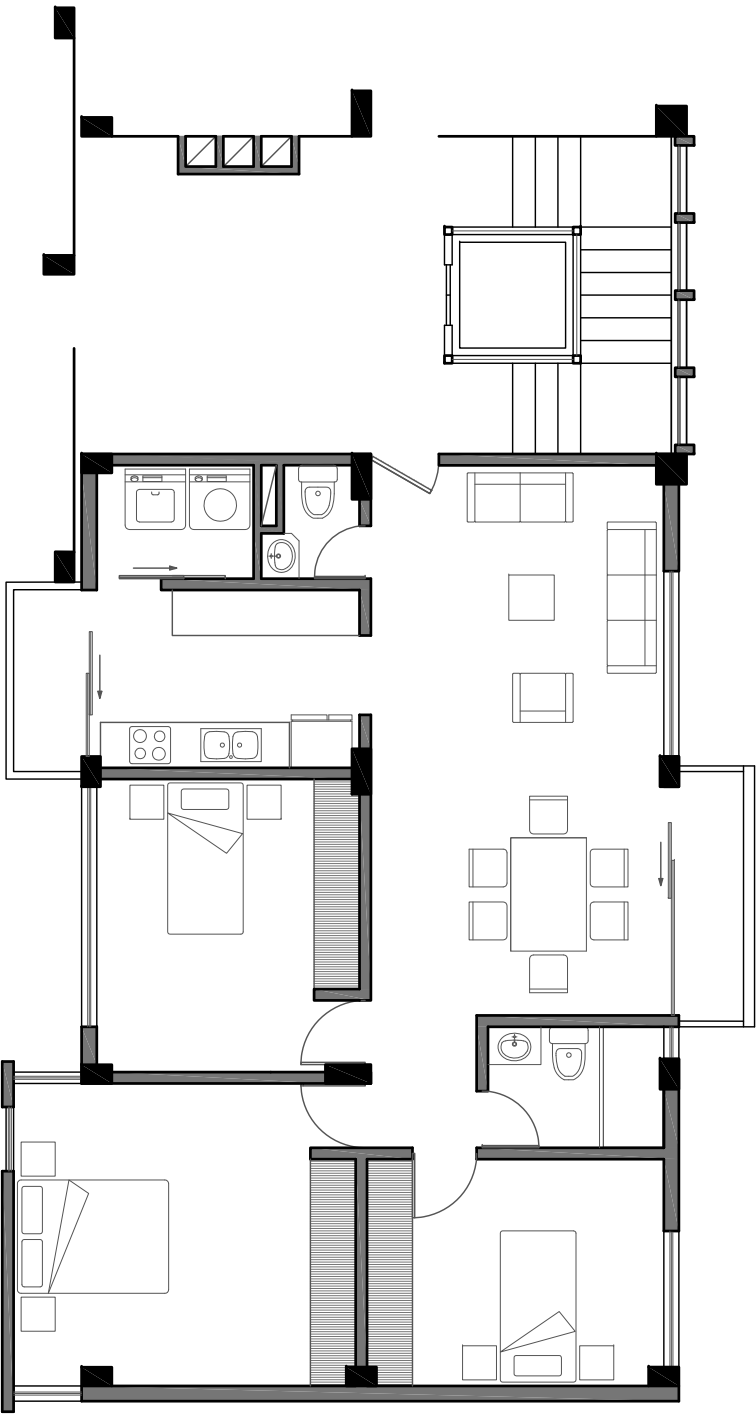
ESTADO ACTUAL - DEPARTAMENTO TIPO C



PROCESO DE TRANSFORMACIÓN - DEPARTAMENTO TIPO C

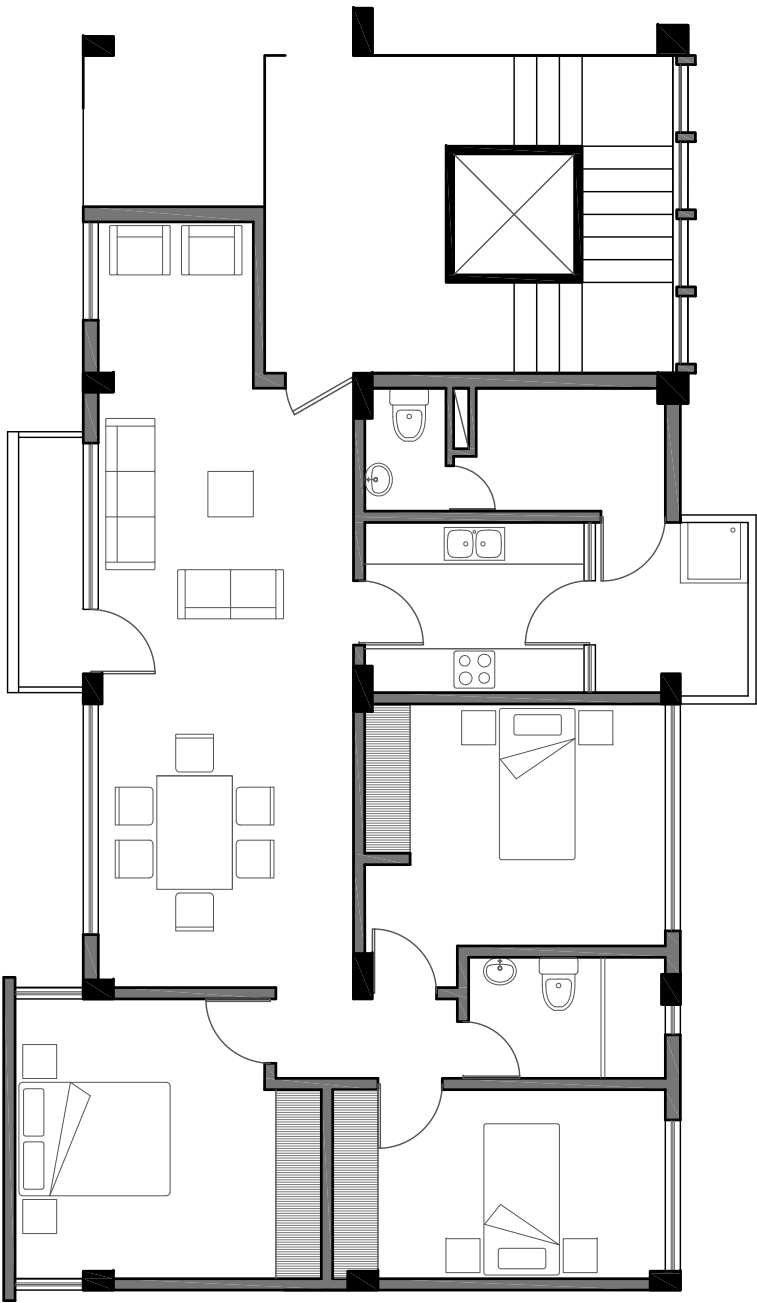


PROPUESTA - DEPARTAMENTO TIPO C

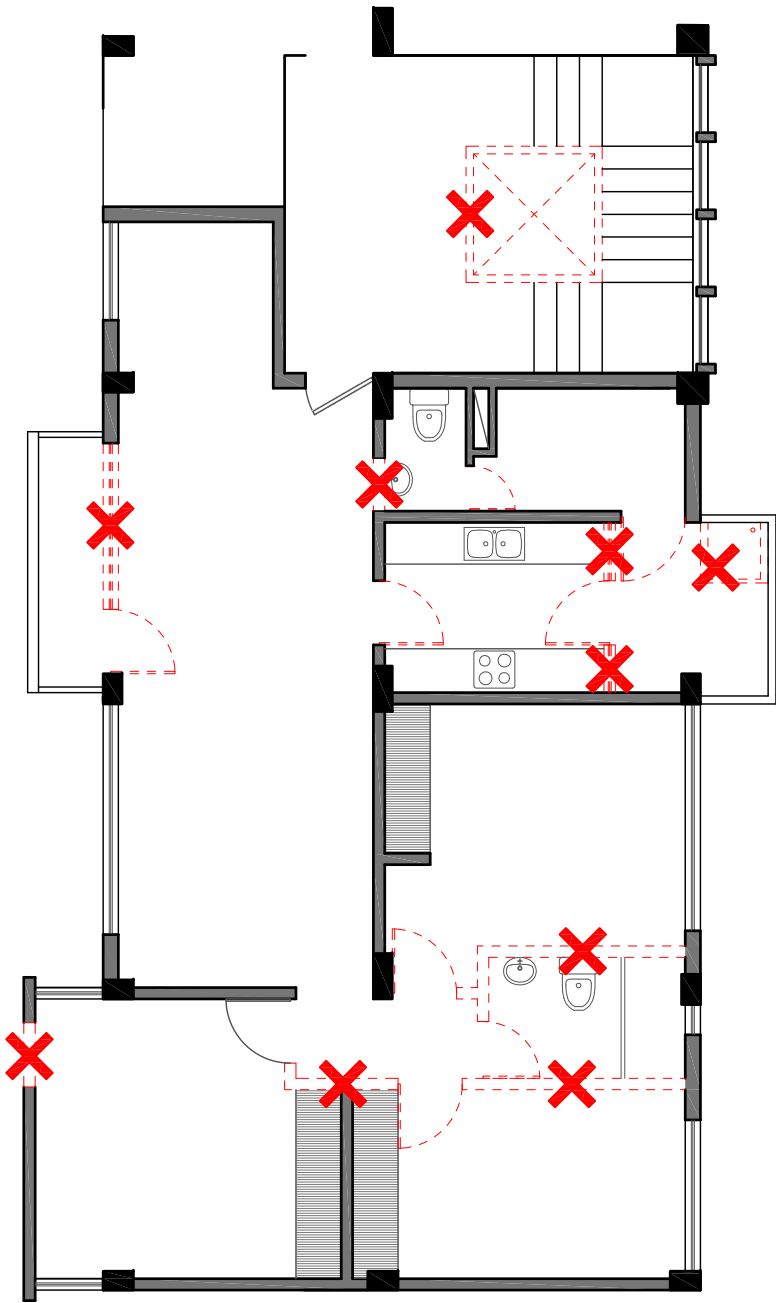




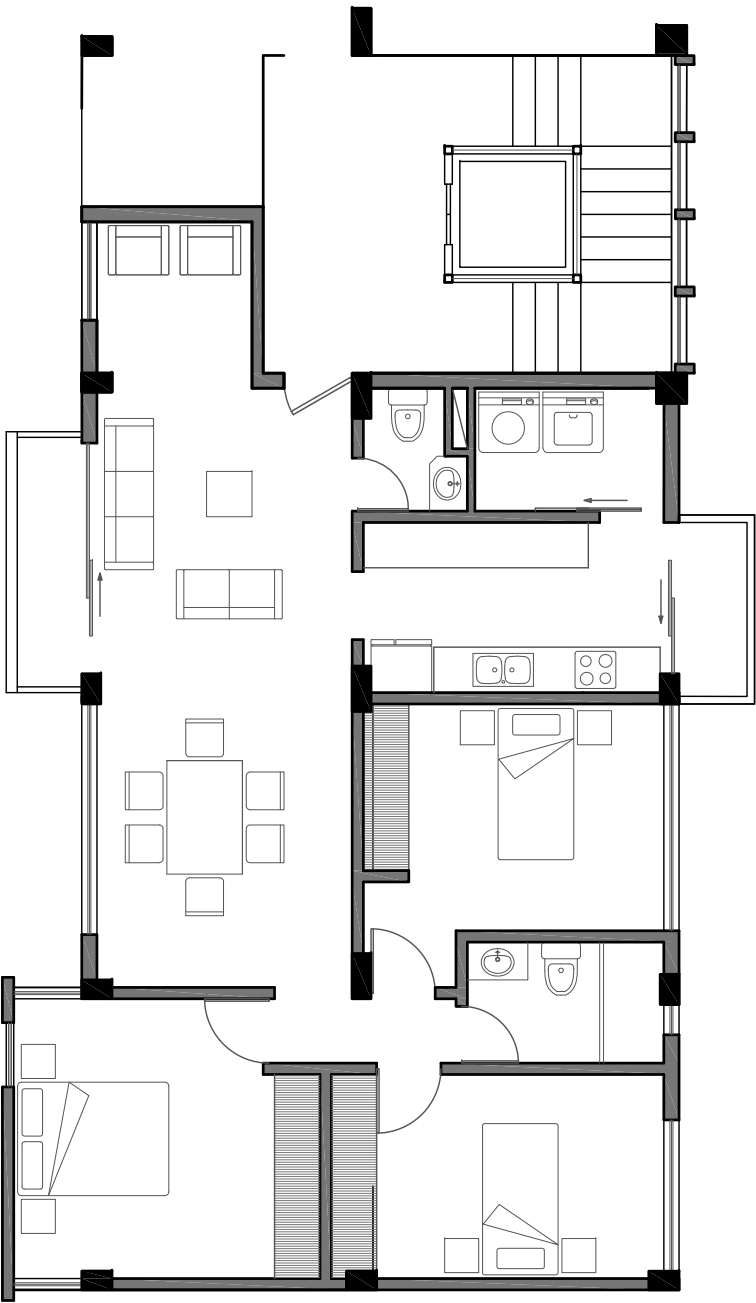
ESTADO ACTUAL - DEPARTAMENTO TIPO D



PROCESO DE TRANSFORMACIÓN - DEPARTAMENTO TIPO D

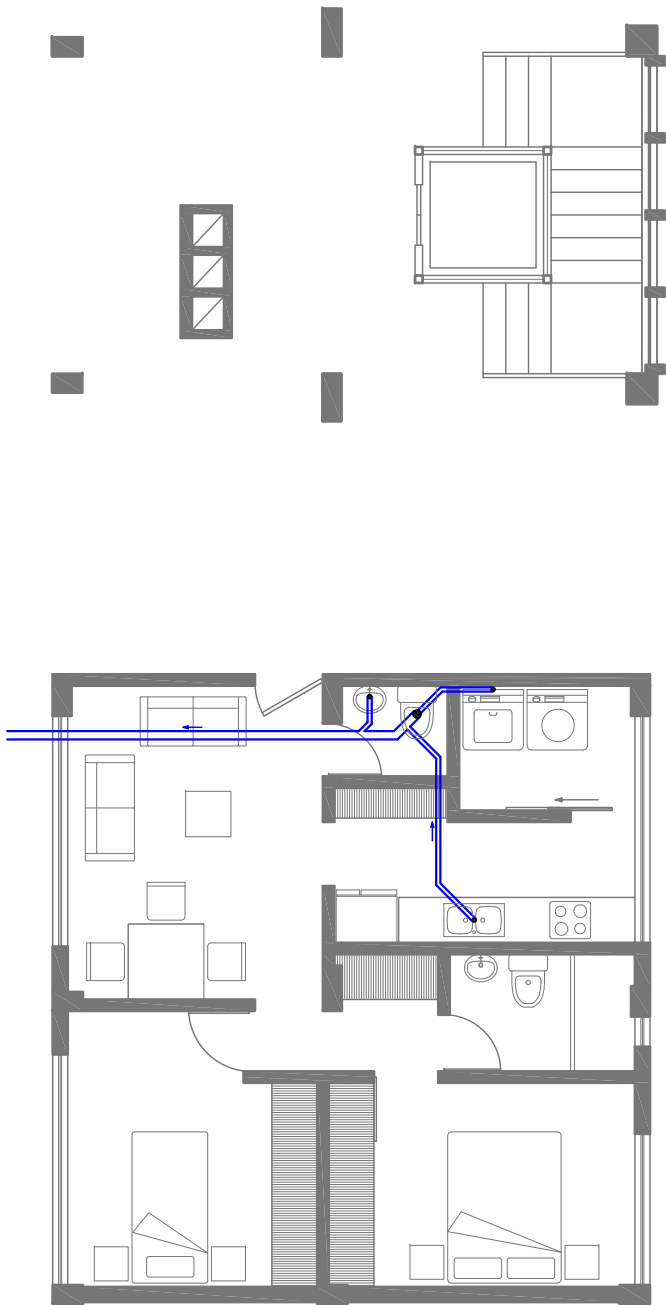


PROPUESTA - DEPARTAMENTO TIPO D

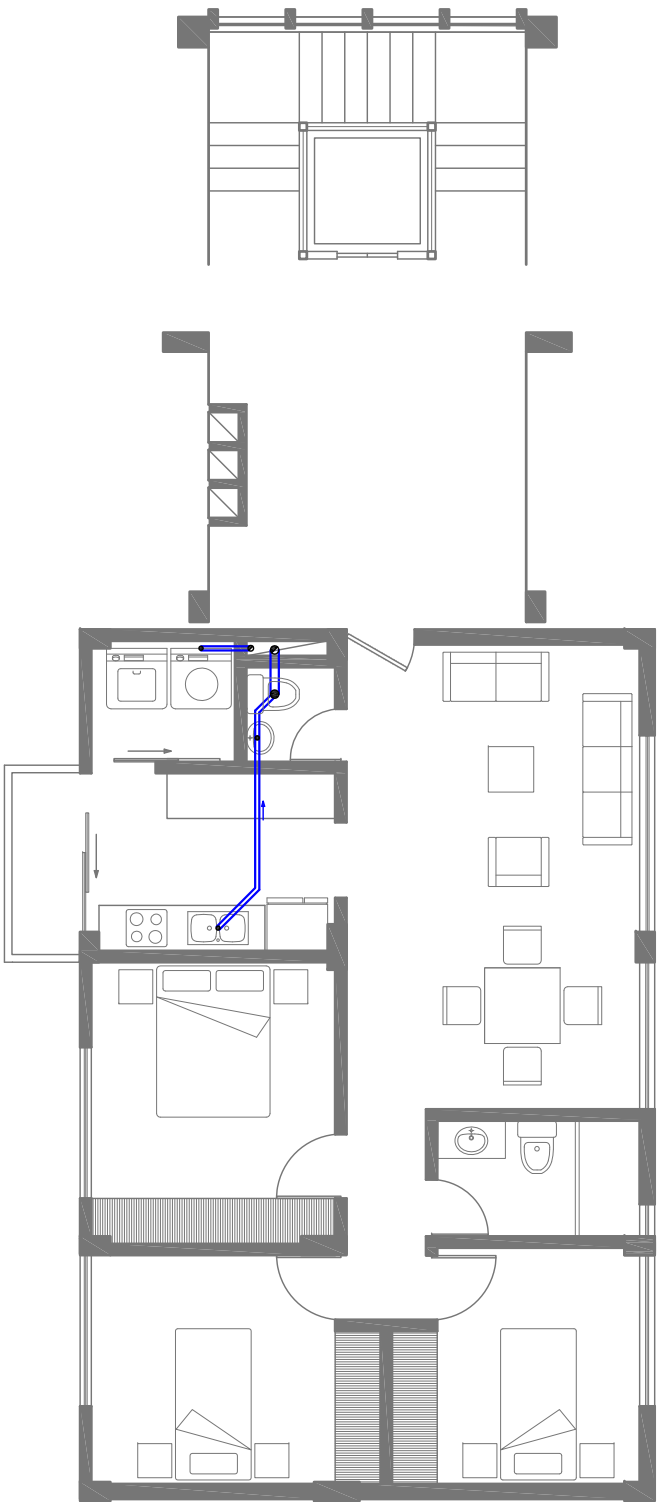




INSTALACIONES HIDROSANITARIAS - DEPARTAMENTO TIPO A



INSTALACIONES HIDROSANITARIAS - DEPARTAMENTO TIPO B



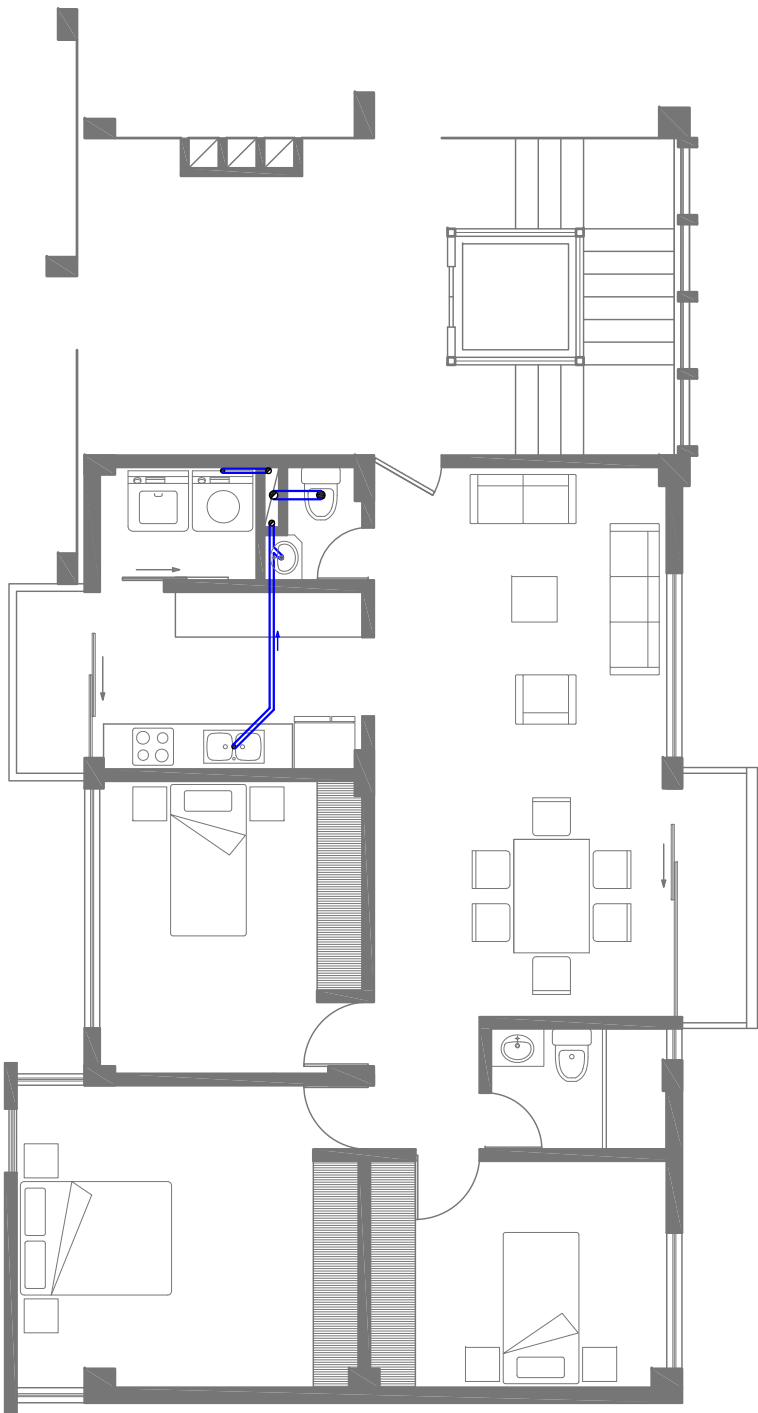
DESCRIPCIÓN SIMBOLOGÍA SANITARIA

- Punto de desagüe PVC de 2" para fregadero y lavabo.
- Punto de desagüe PVC de 4" para inodoro.
- Bajante PVC para aguas servidas de 3".
- Bajante PVC para aguas servidas de 4".
- ==== Tubería PVC para aguas servidas de 2" (P = 1%).
- ==== Tubería PVC para aguas servidas de 4" (P = 1%).

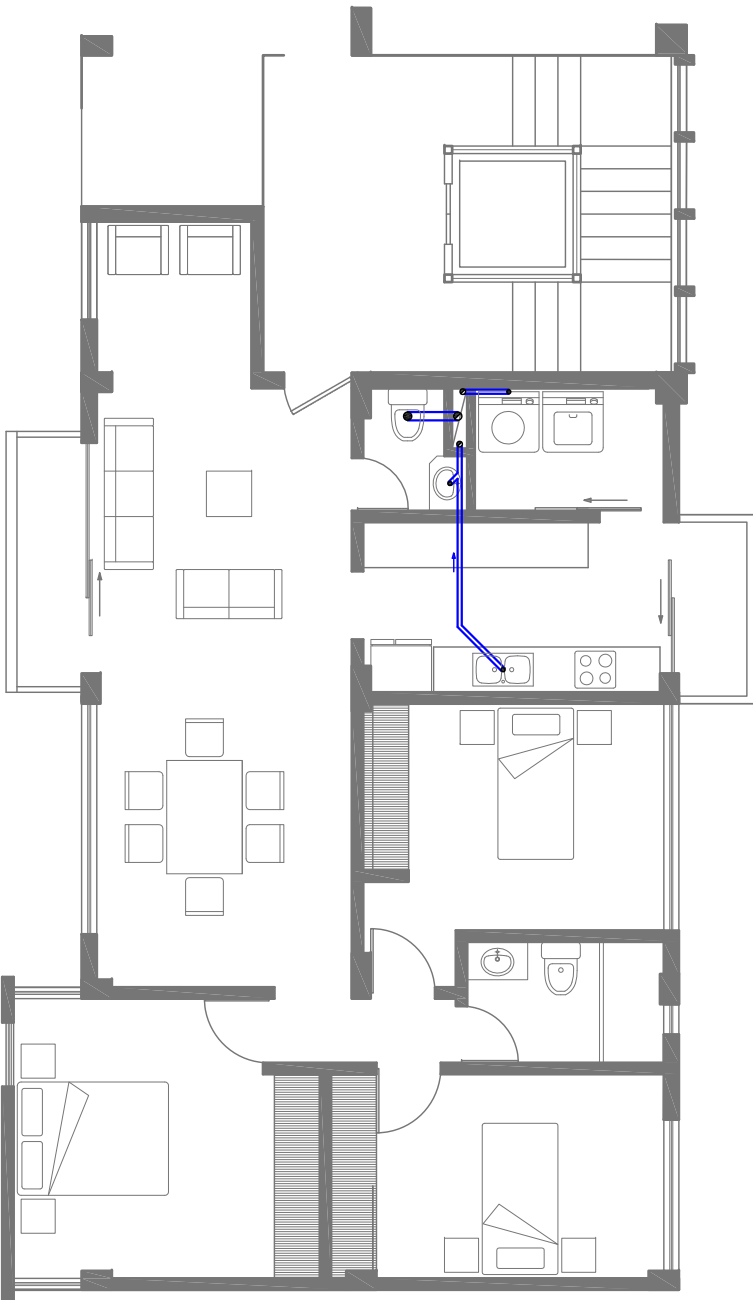




INSTALACIONES HIDROSANITARIAS - DEPARTAMENTO TIPO C



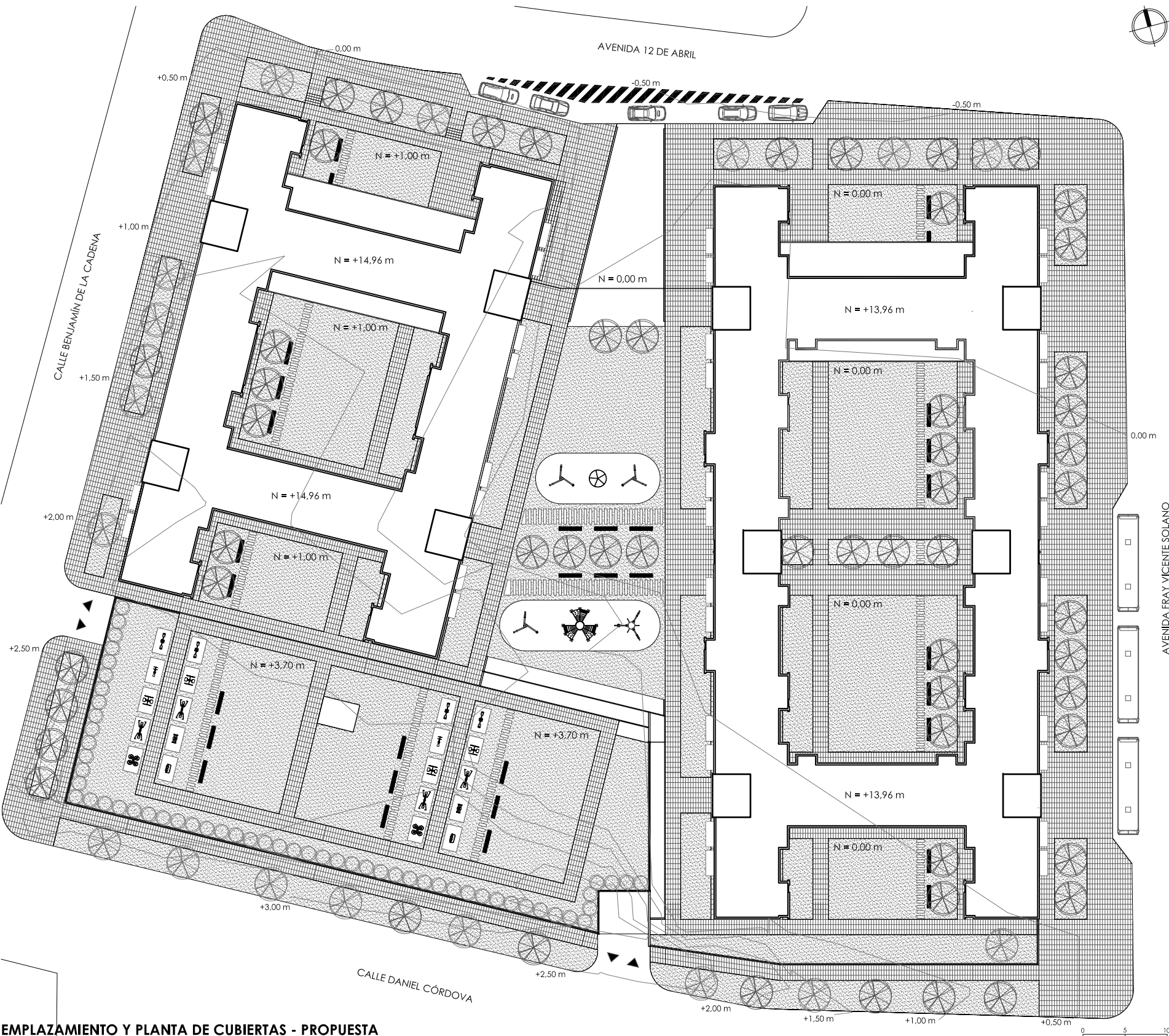
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS - DEPARTAMENTO TIPO D



DESCRIPCIÓN SIMBOLOGÍA SANITARIA

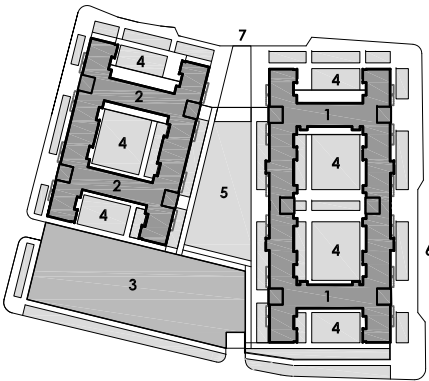
- Punto de desagüe PVC de 2" para fregadero y lavabo.
- Punto de desagüe PVC de 4" para inodoro.
- Bajante PVC para aguas servidas de 3".
- Bajante PVC para aguas servidas de 4".
- ▬ Tubería PVC para aguas servidas de 2" (P = 1%).
- ▬ Tubería PVC para aguas servidas de 4" (P = 1%).





EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS - PROPUESTA

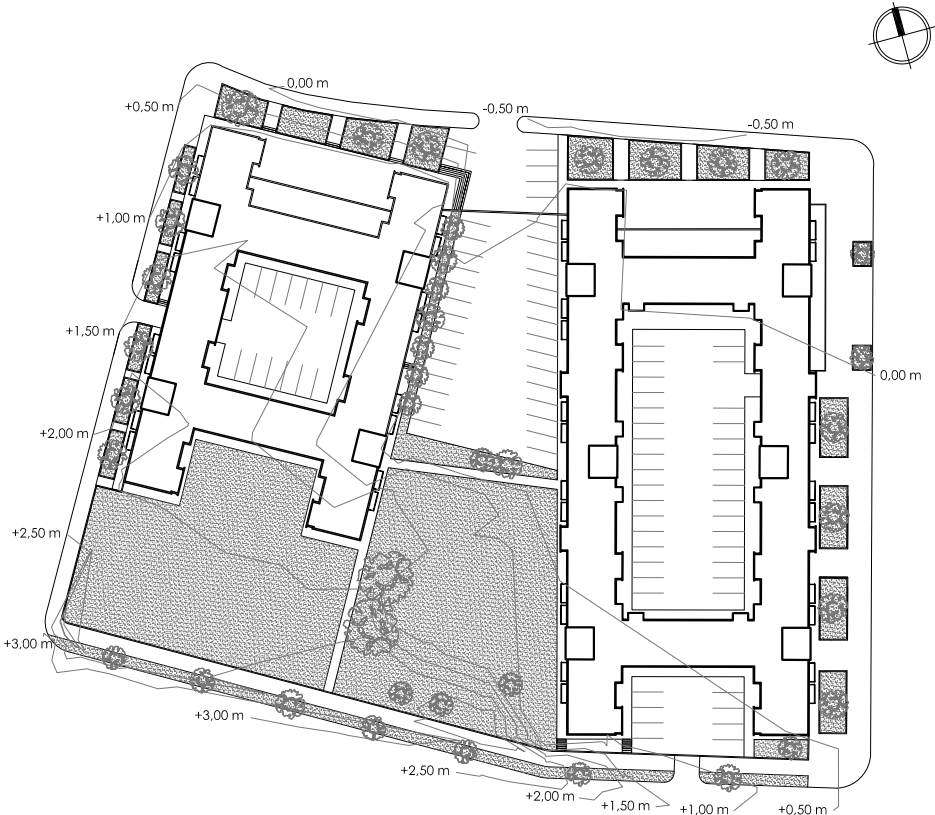
ZONIFICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

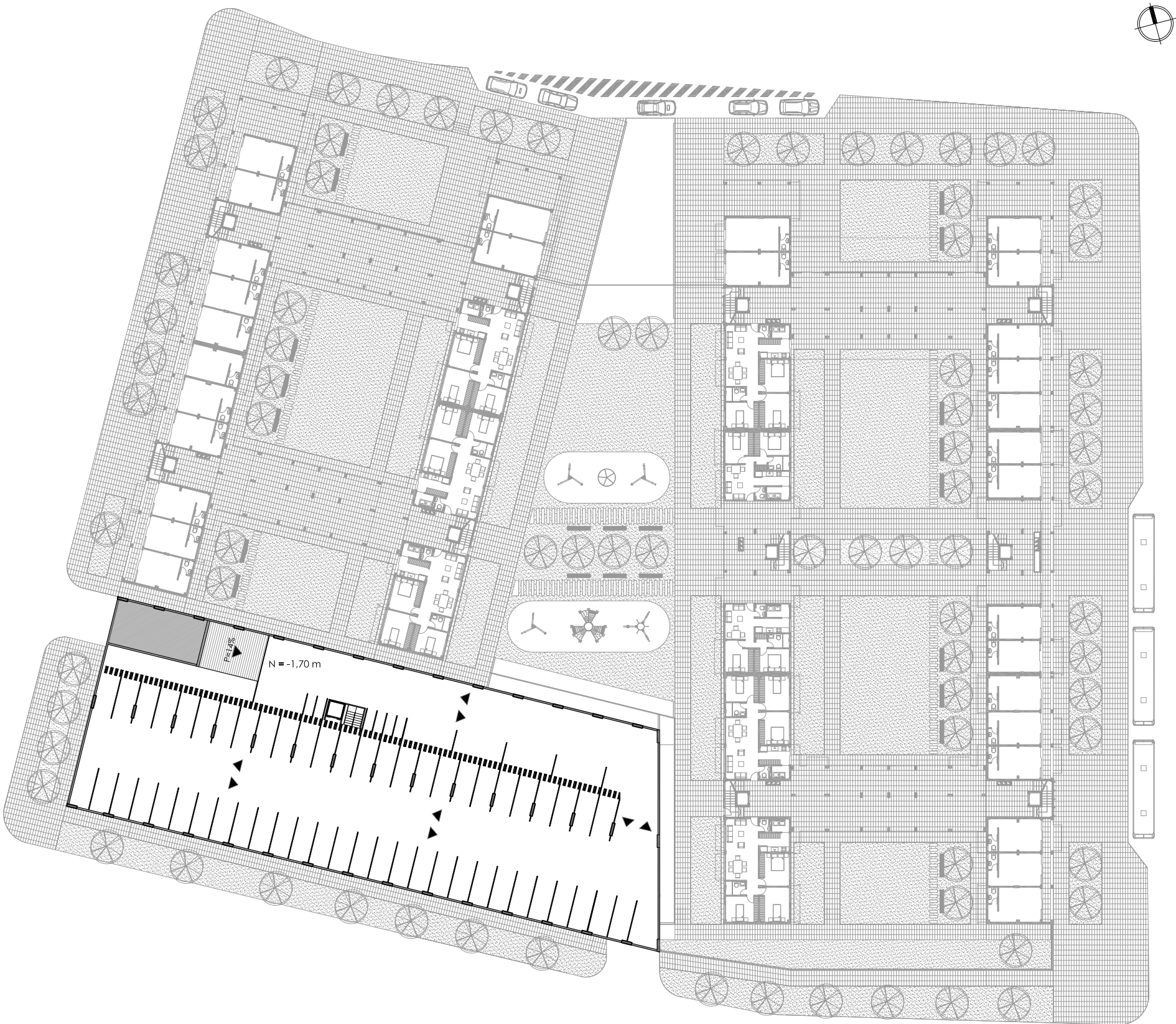
EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS - ESTADO ACTUAL



CONTENIDO  
Zonificación  
Emplazamiento y planta de cubiertas - Estado actual  
Emplazamiento y planta de cubiertas - Propuesta

ESCALA





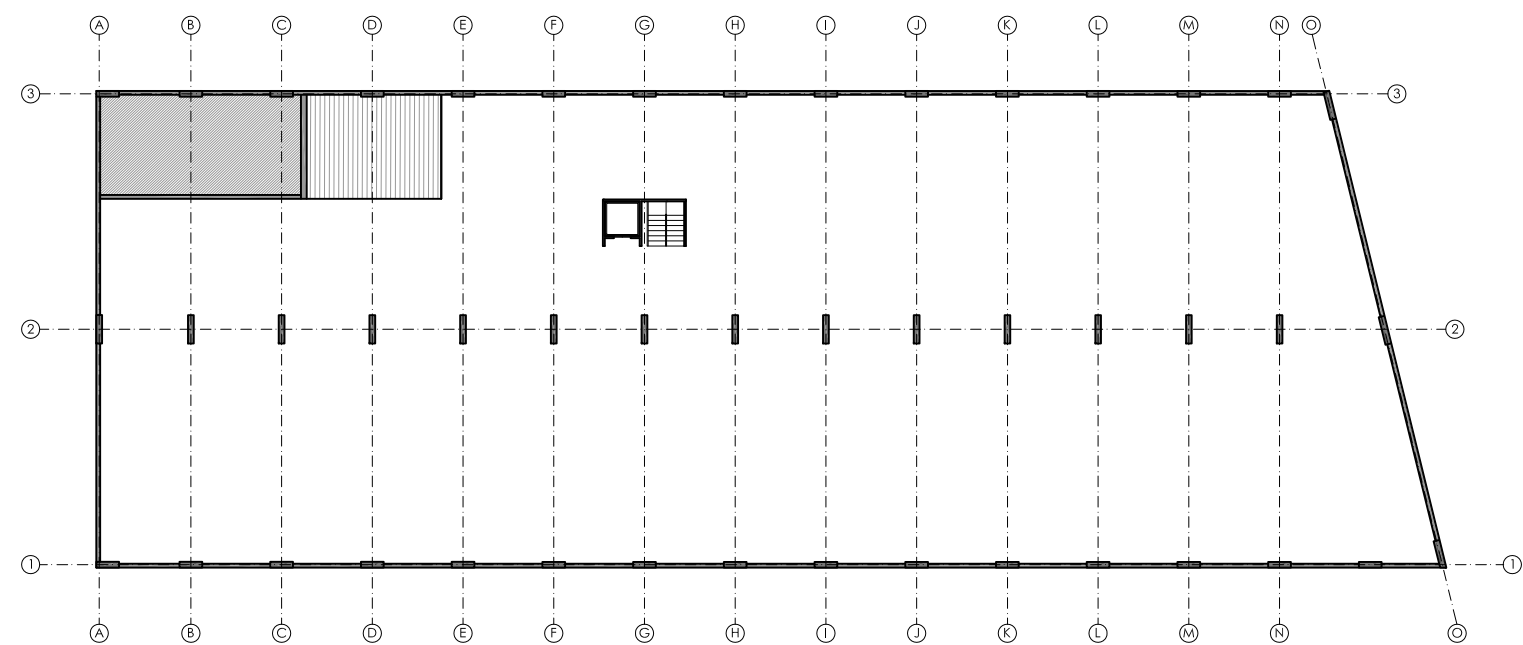
PLANTA DE SÓTANO - PARQUEADERO - PROPUESTA

0 5 10

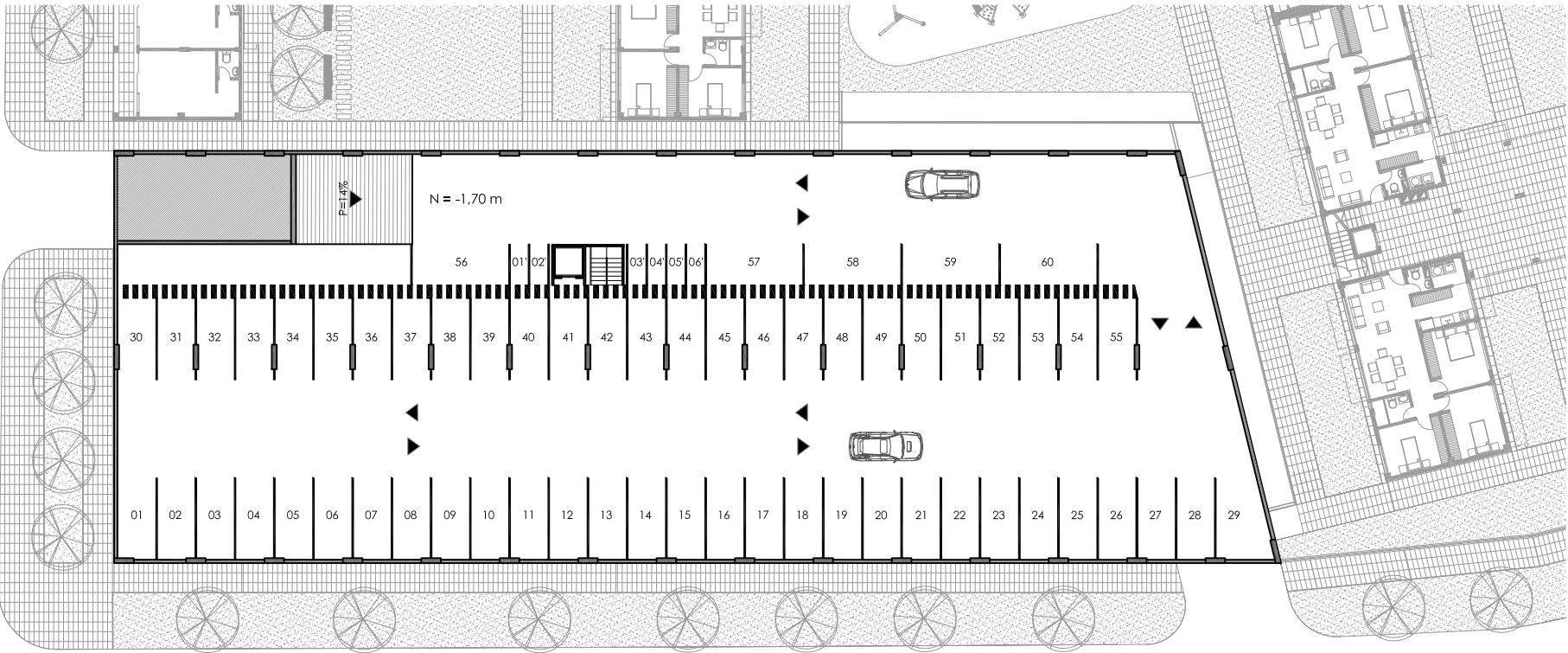
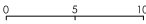
CONTENIDO  
Planta de sótano - parqueadero

ESCALA  
1\_550  
LÁMINA  
08/34

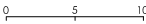




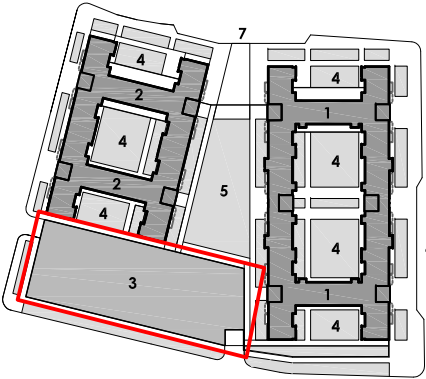
PLANTA DE SÓTANO - PARQUEADERO - ESTRUCTURA Y EJES



PLANTA DE SÓTANO - PARQUEADERO - PROPUESTA



UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

La propuesta establece 60 plazas de parqueo para vehículos y 06 plazas para motocicletas.

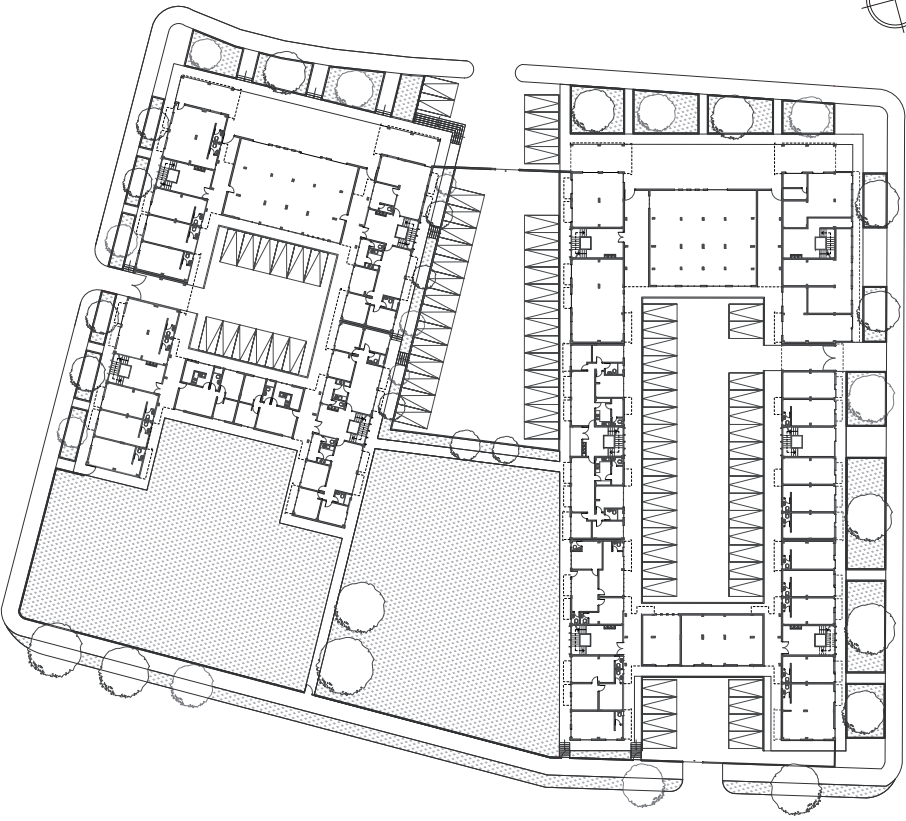




PLANTA BAJA - PROPUESTA



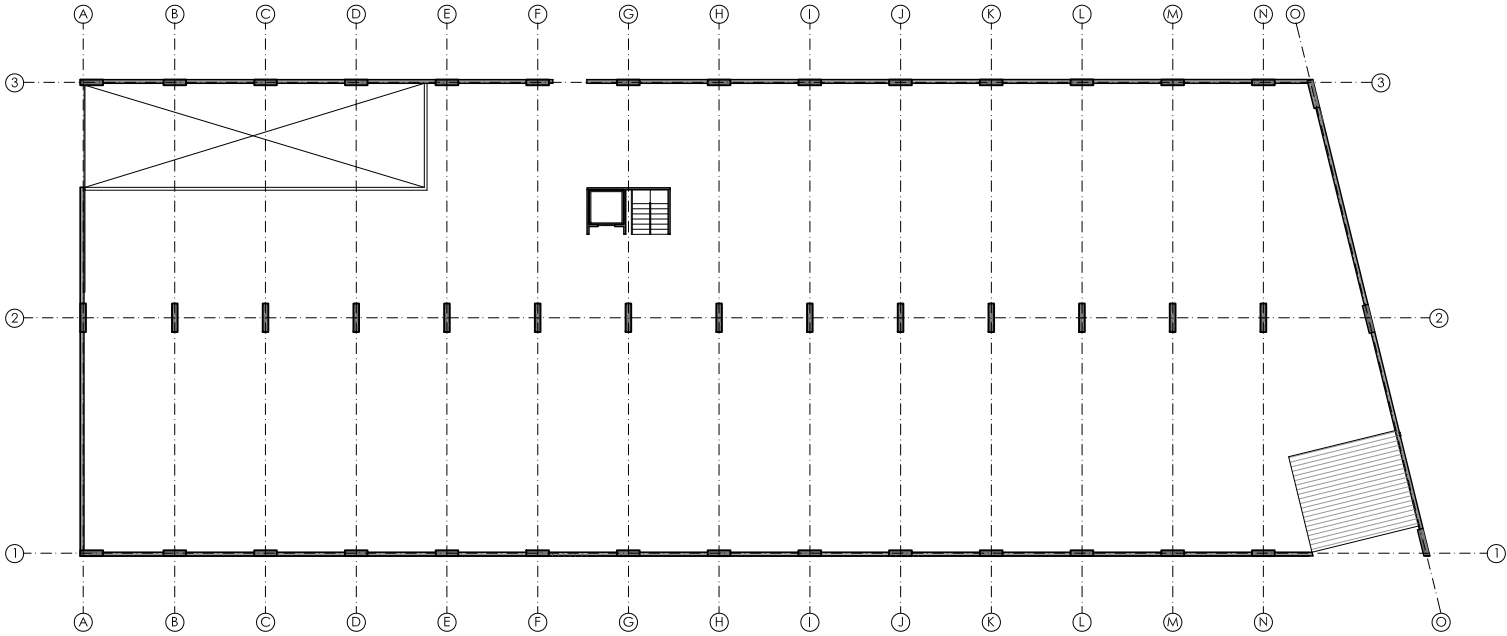
PLANTA BAJA - ESTADO ACTUAL



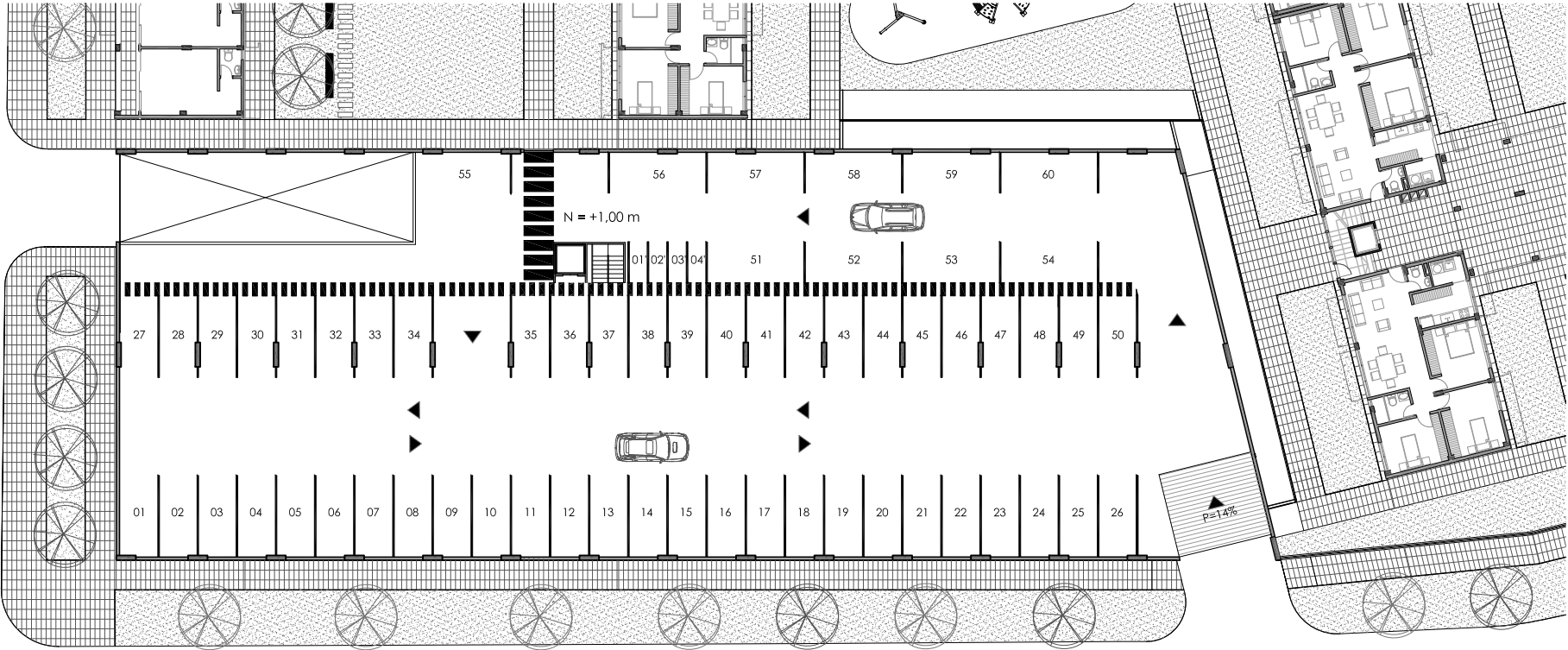
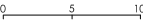
CONTENIDO  
Planta baja - estado actual  
Planta baja - bloque A, bloque B y estacionamientos -  
Propuesta

ESCALA  
1\_550  
LÁMINA  
10/34

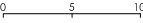




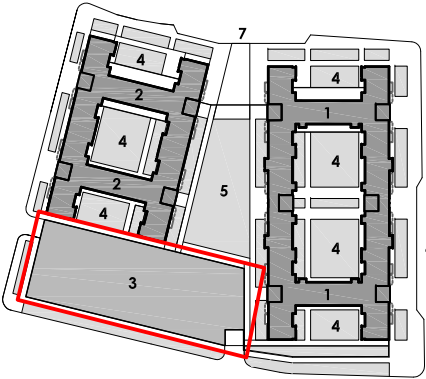
PLANTA BAJA - PARQUEADERO - ESTRUCTURA Y EJES



PLANTA BAJA - PARQUEADERO - PROPUESTA



UBICACIÓN



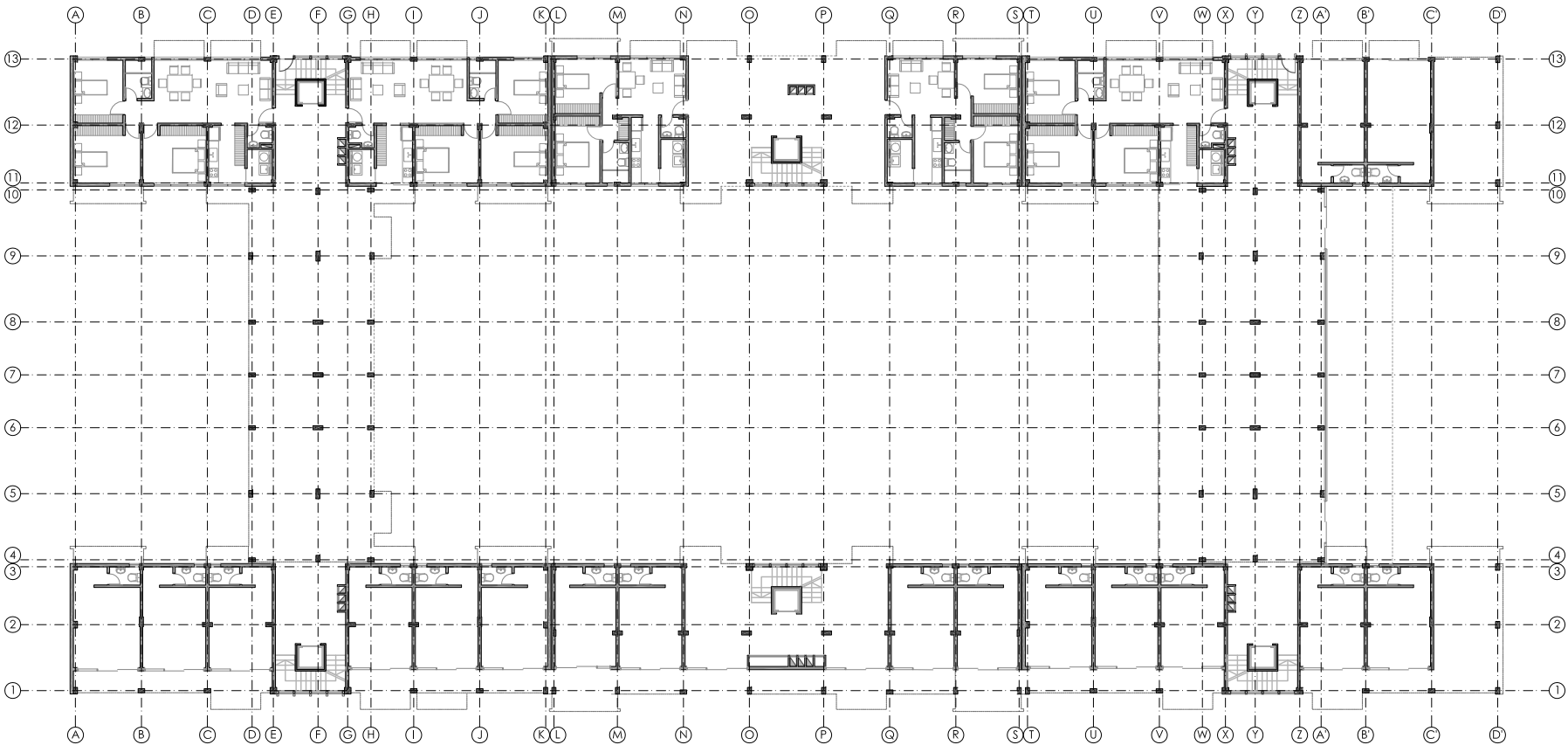
DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

La propuesta establece 60 plazas de parqueo para vehículos y 04 plazas para motocicletas.

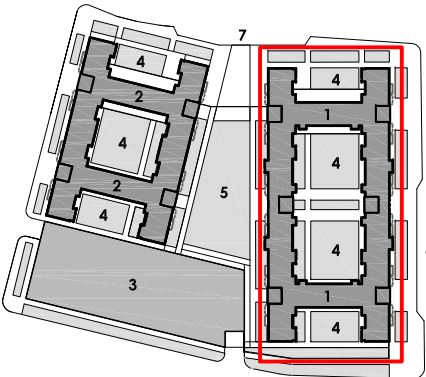
CONTENIDO
Ubicación
Planta baja - parqueadero - estructura y ejes
Planta baja - parqueadero - propuesta

ESCALA
1_400
LÁMINA
11/34



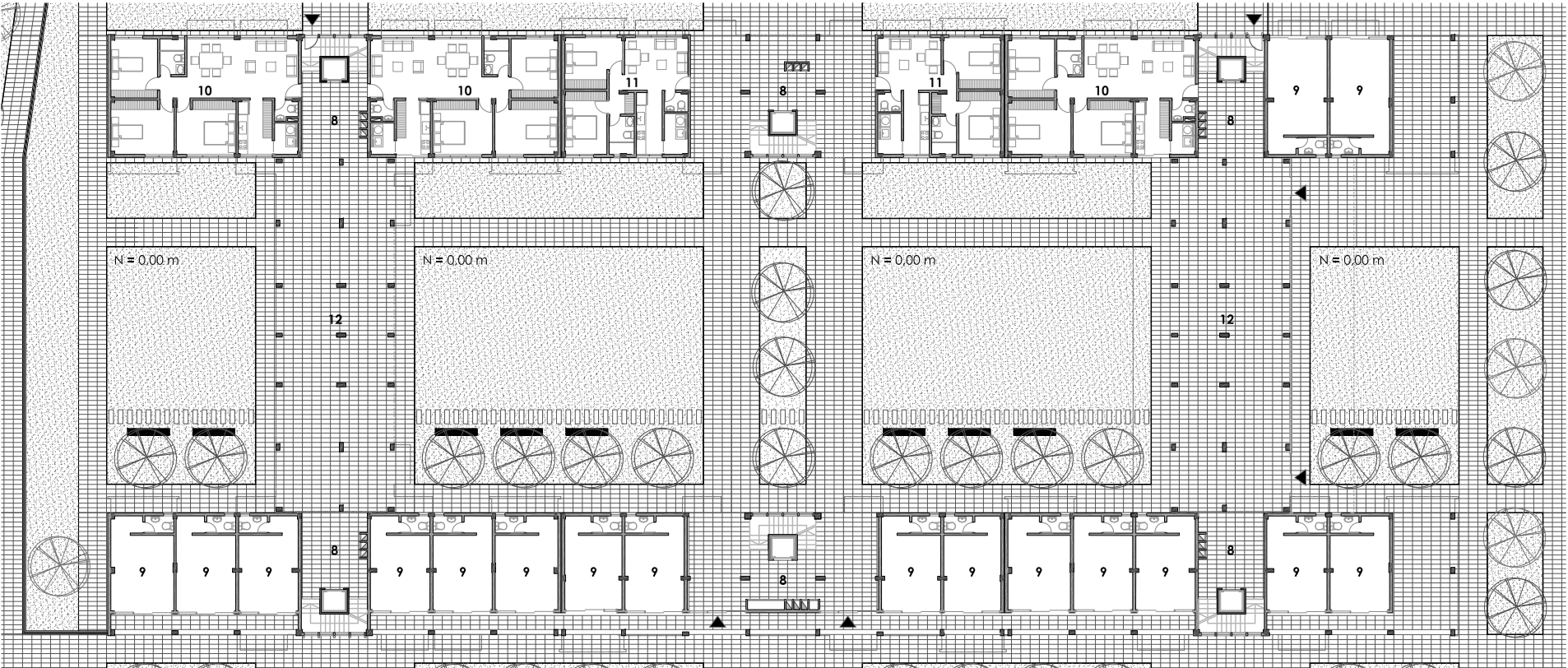
PLANTA BAJA - BLOQUE A - ESTRUCTURA Y EJES

UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.
- 8. Vestíbulo de acceso y circulación.
- 9. Local comercial.
- 10. Departamento tipo C.
- 11. Departamento tipo A.
- 12. Vestíbulo semiabierto.

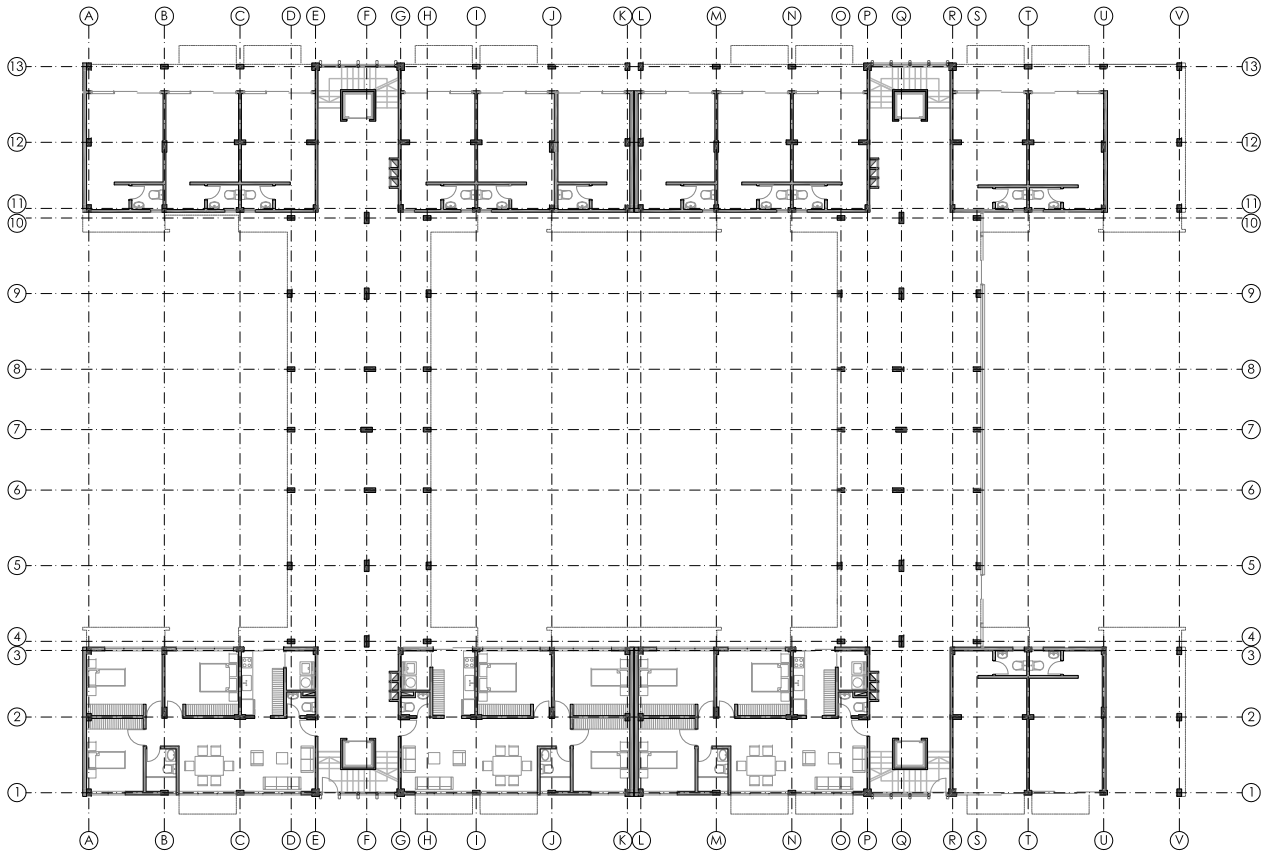


PLANTA BAJA - BLOQUE A - PROPUESTA

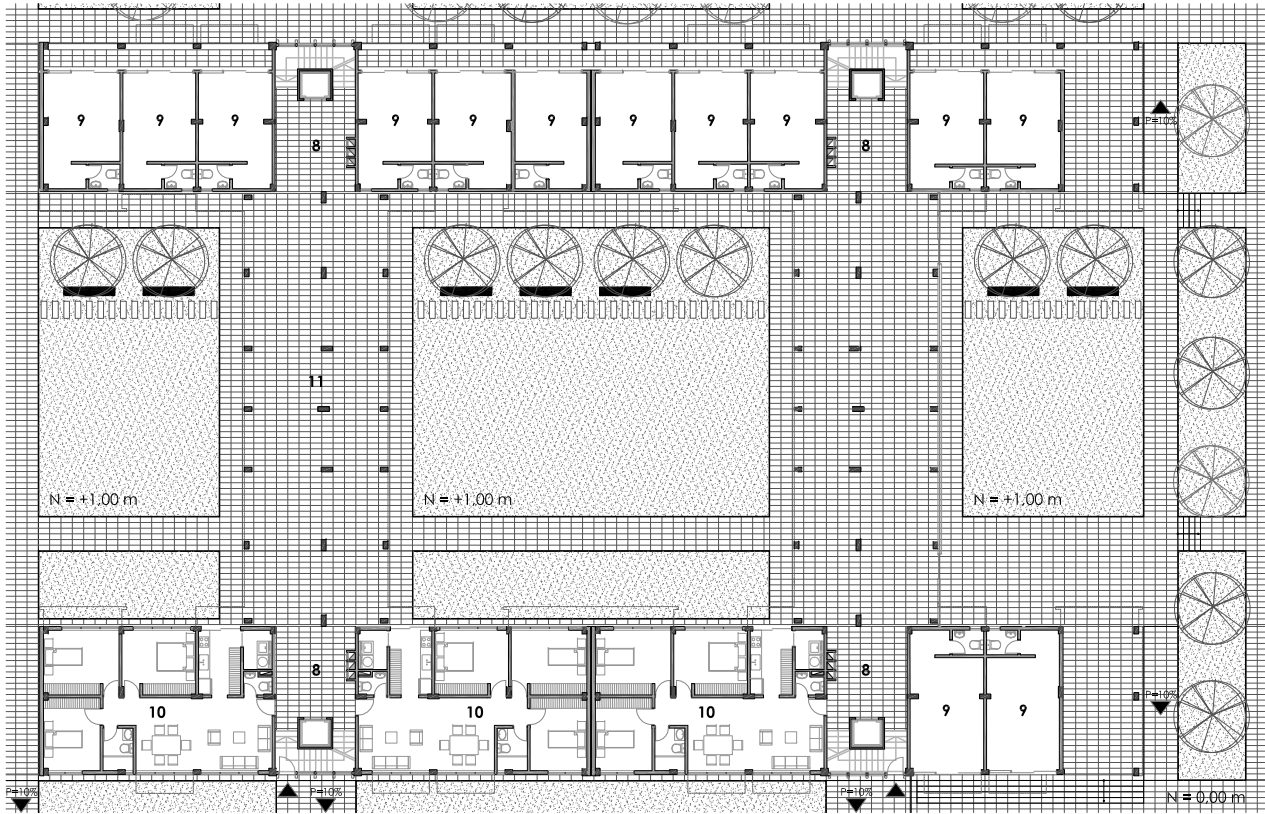
CONTENIDO  
Ubicación  
Planta baja - bloque A - estructura y ejes  
Planta baja - bloque A - propuesta

ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
12/34



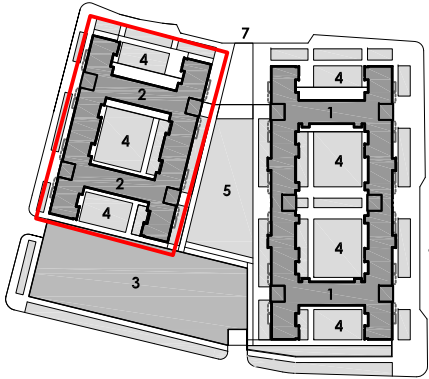


PLANTA BAJA - BLOQUE B - ESTRUCTURA Y EJES



PLANTA BAJA - BLOQUE B - PROPUESTA

UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.
- 8. Vestíbulo de acceso y circulación.
- 9. Local comercial.
- 10. Departamento tipo C.
- 11. Vestíbulo semiabierto.

CONTENIDO
Ubicación
Planta baja - bloque B - estructura y ejes
Planta baja - bloque B - propuesta

ESCALA	1_400
LÁMINA	13/34

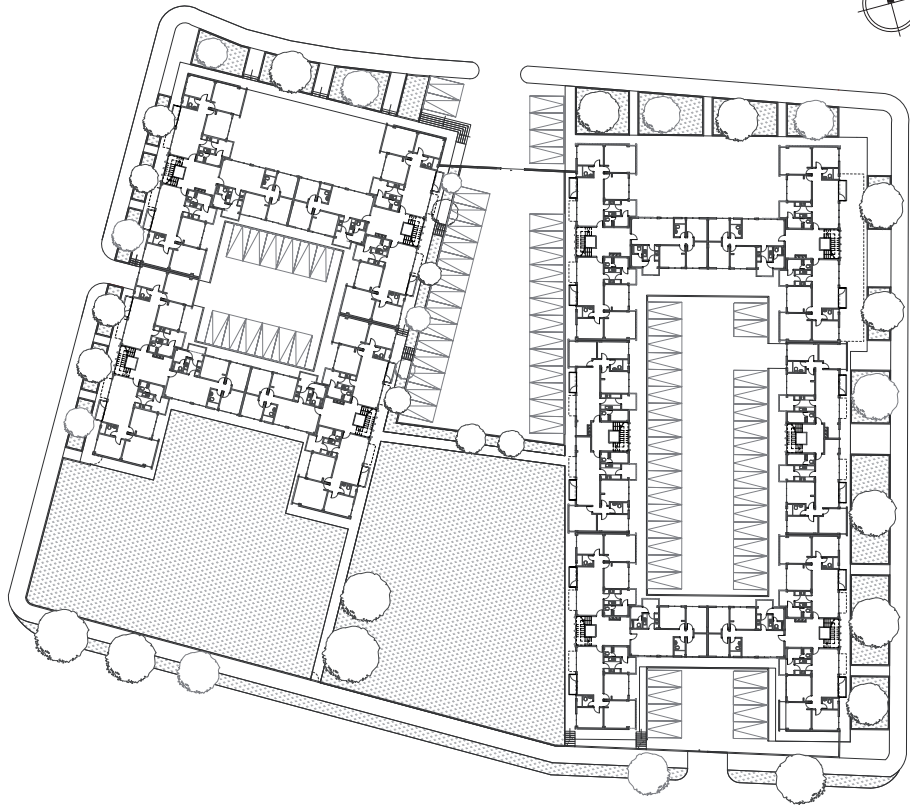




PLANTA TIPO - PROPUESTA



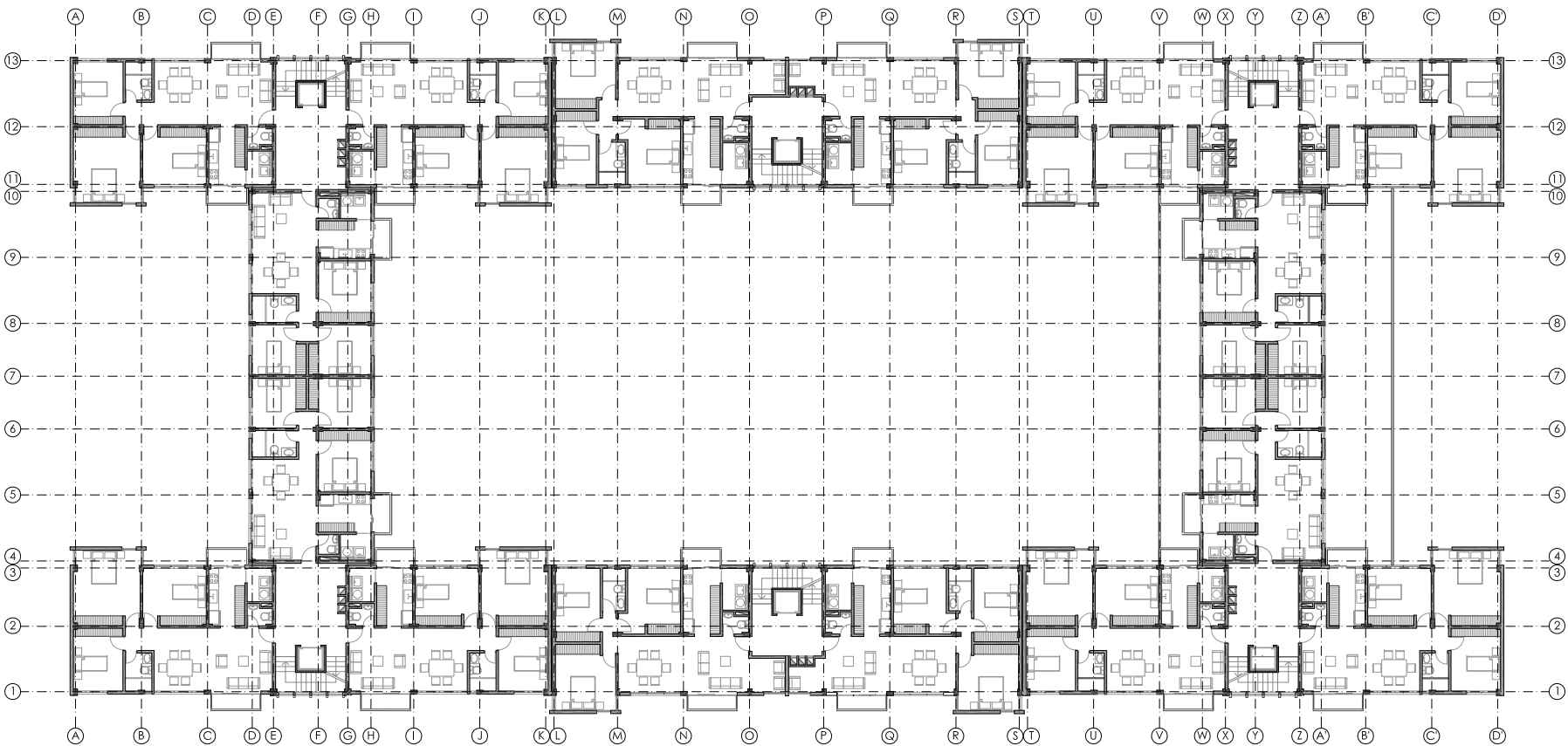
PLANTA TIPO - ESTADO ACTUAL



CONTENIDO  
Planta tipo - estado actual  
Planta tipo - bloque A, bloque B

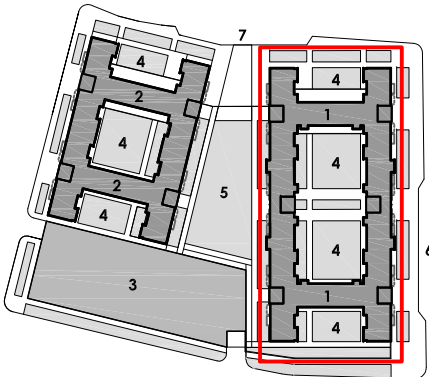
ESCALA  
1\_550  
LÁMINA  
14/34





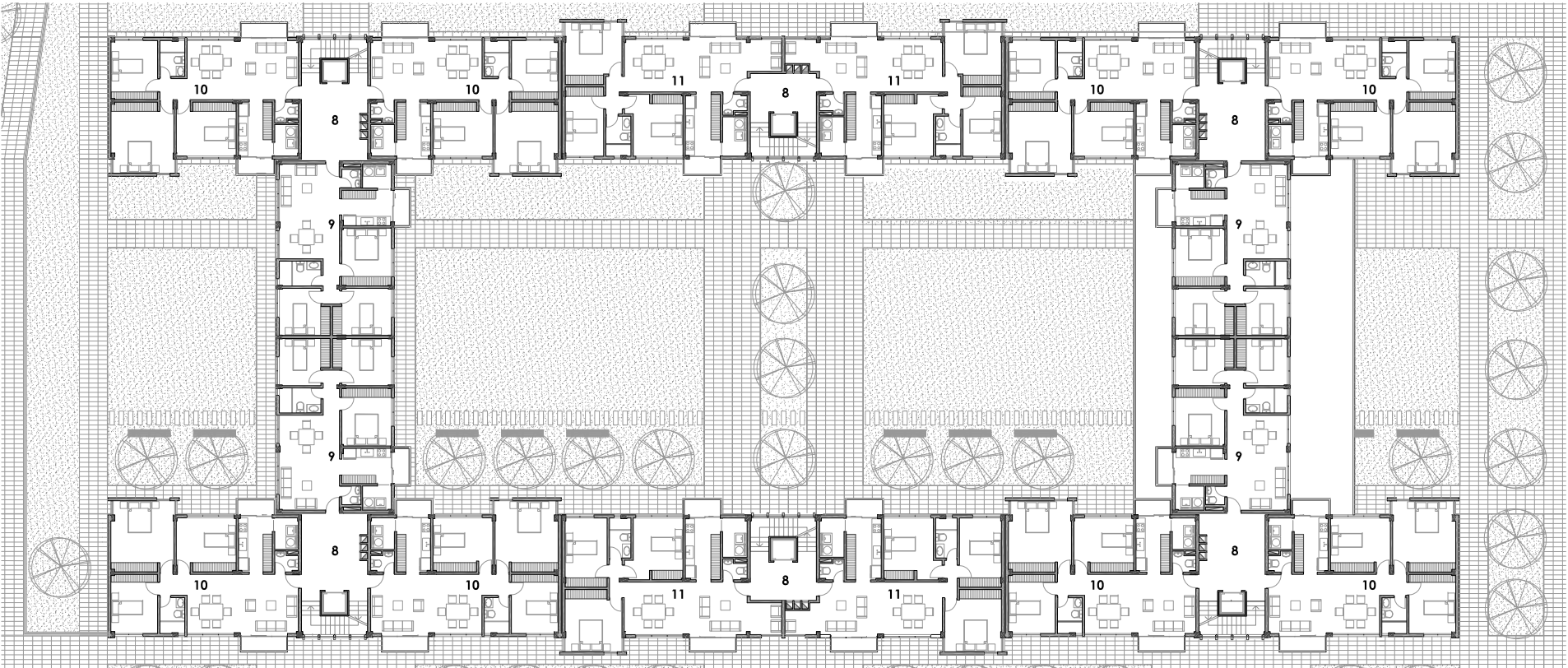
PLANTA TIPO - BLOQUE A - ESTRUCTURA Y EJES

UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.
- 8. Vestíbulo de acceso y circulación.
- 9. Departamento tipo B.
- 10. Departamento tipo C.
- 11. Departamento tipo D.

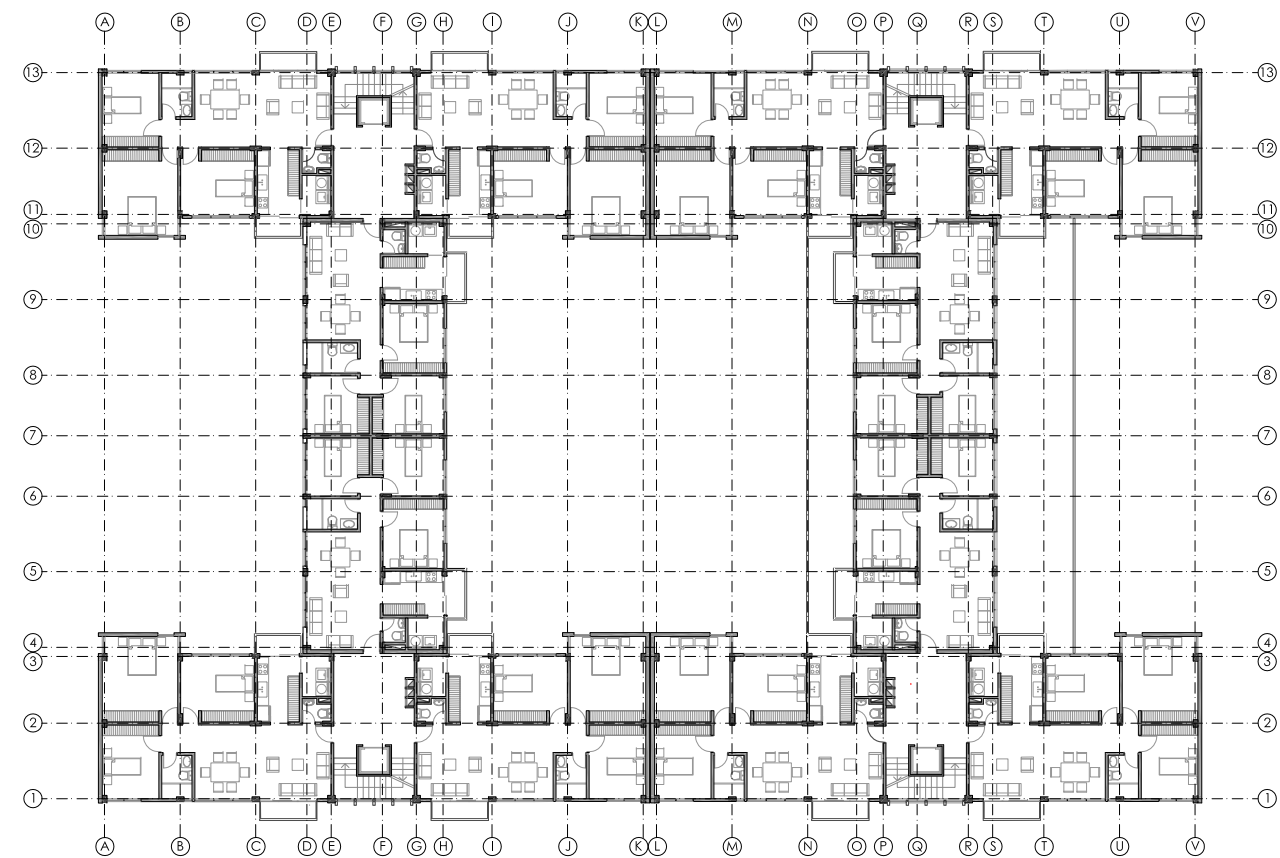


PLANTA TIPO - BLOQUE A - PROPUESTA

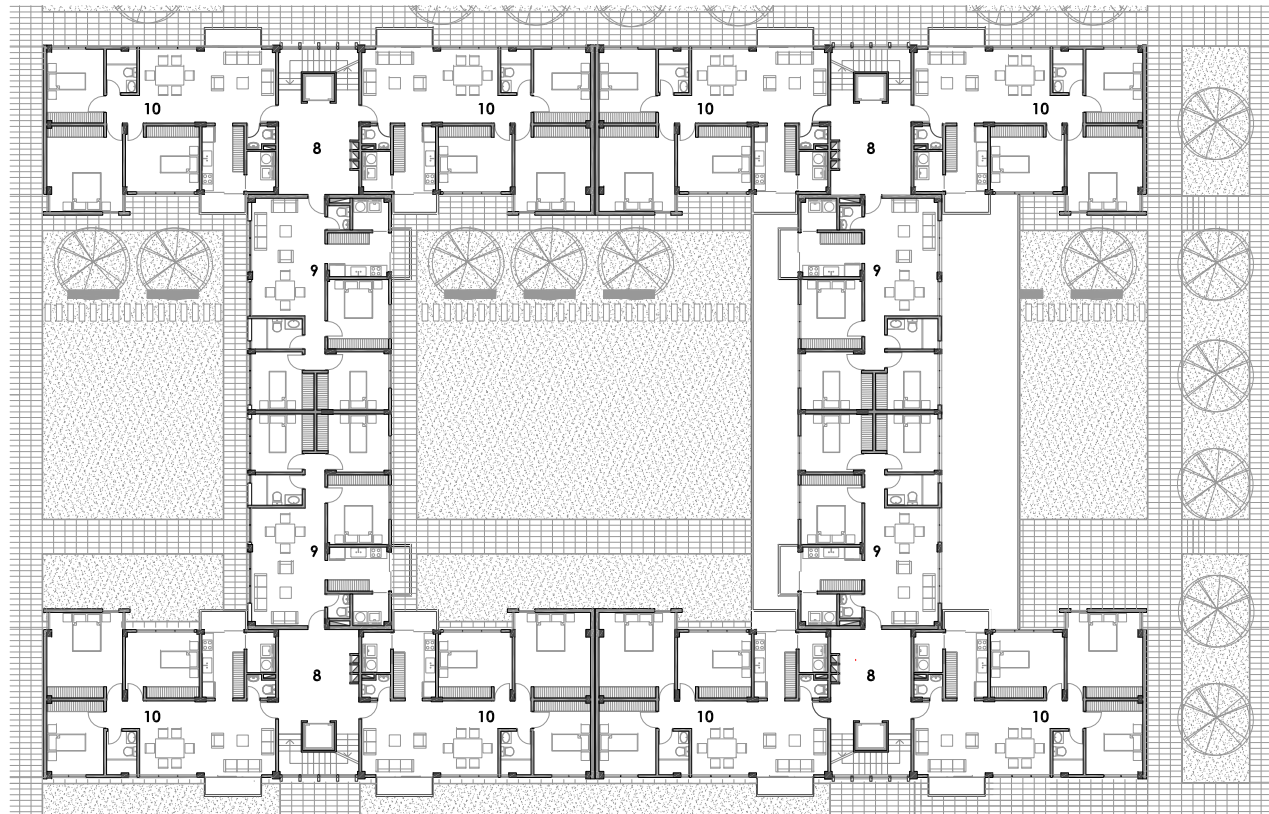
CONTENIDO  
Ubicación  
Planta tipo - bloque A - estructura y ejes  
Planta tipo - bloque A - propuesta

ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
15/34



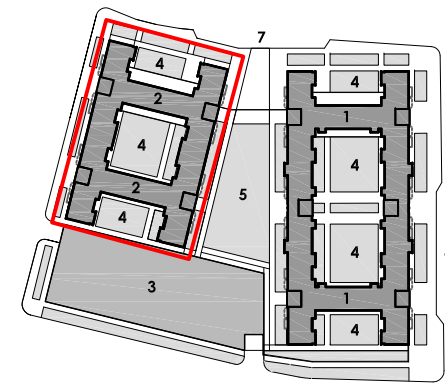


PLANTA TIPO - BLOQUE B - ESTRUCTURA Y EJES



PLANTA TIPO - BLOQUE B - PROPUESTA

UBICACIÓN

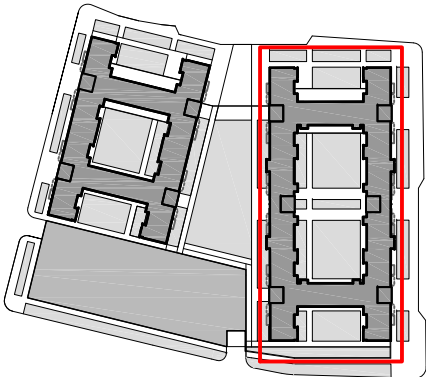


DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

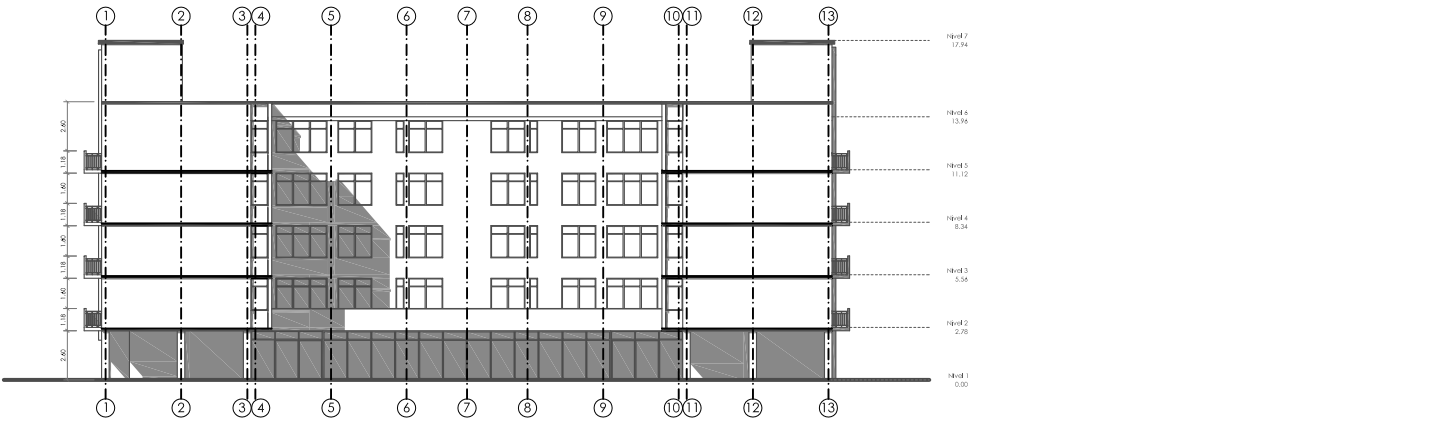
- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.
- 8. Vestíbulo de acceso y circulación.
- 9. Departamento tipo B.
- 10. Departamento tipo C.



UBICACIÓN



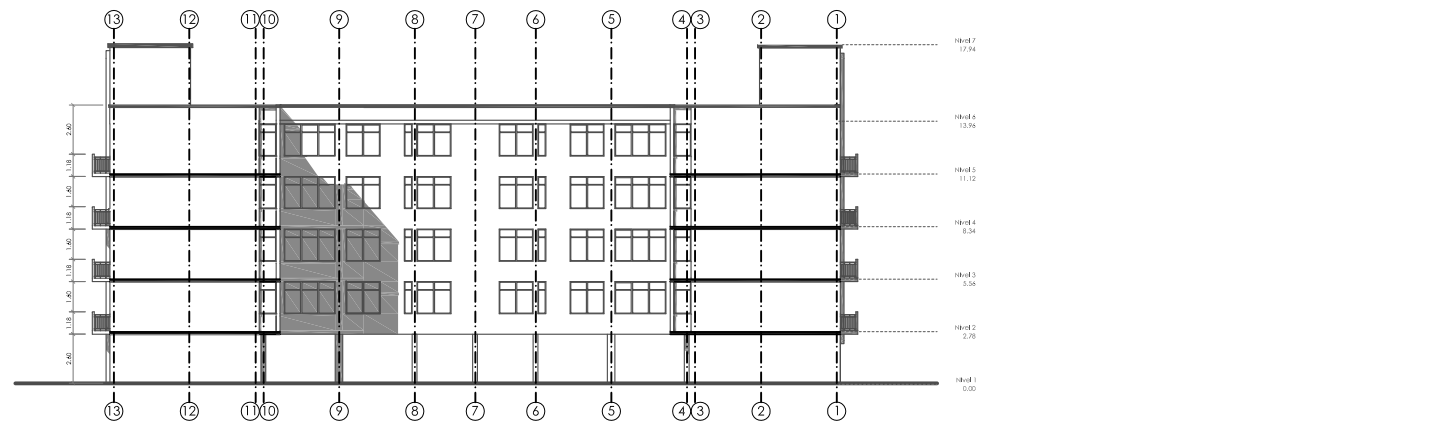
ELEVACIÓN NORTE - PROPUESTA



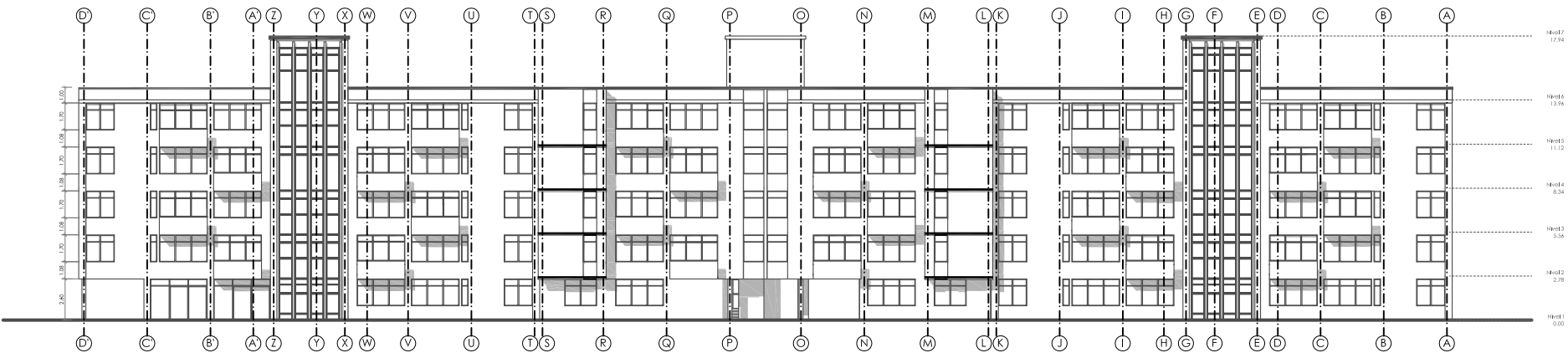
ELEVACIÓN ESTE - PROPUESTA



ELEVACIÓN SUR - PROPUESTA



ELEVACIÓN OESTE - PROPUESTA

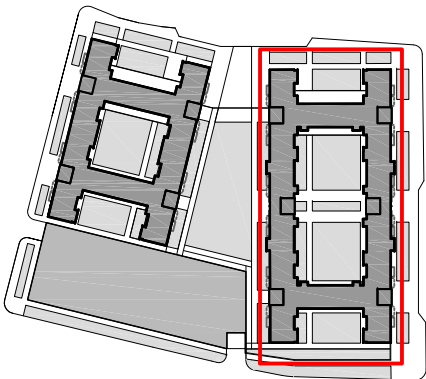


CONTENIDO  
Elevaciones exteriores - bloque A

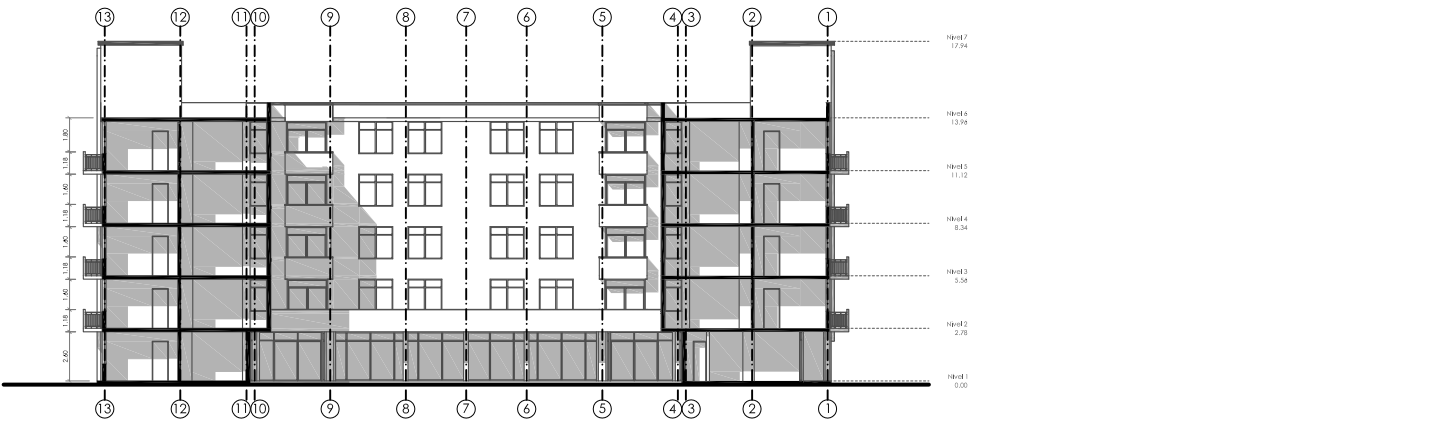
ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
17/34



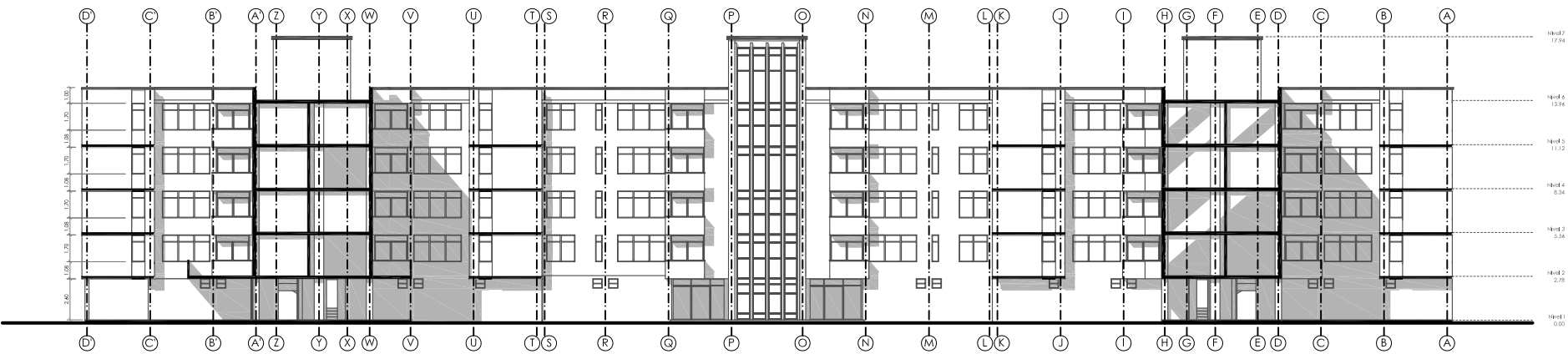
UBICACIÓN



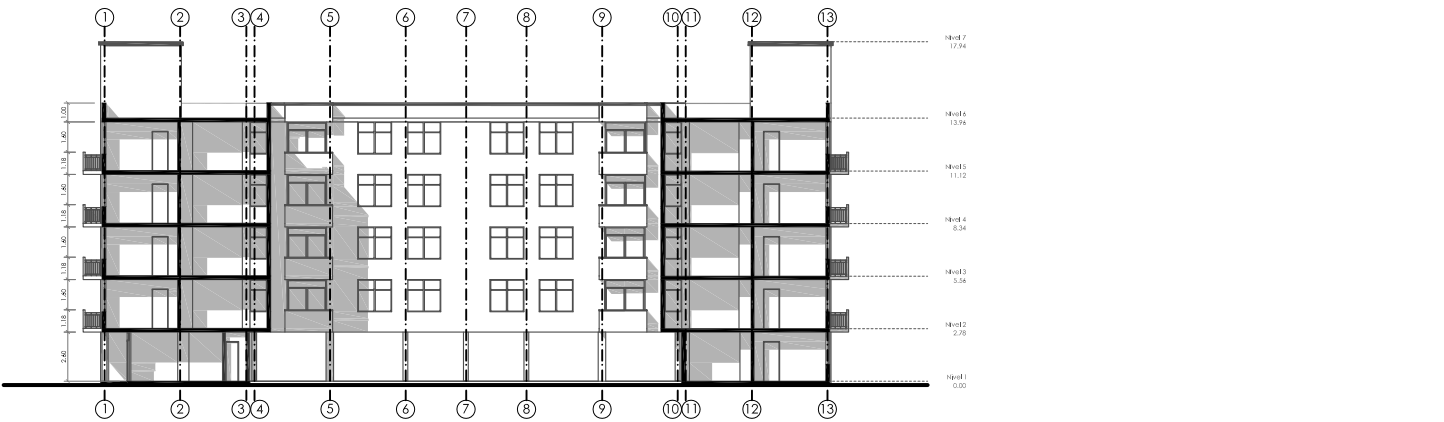
ELEVACIÓN NORTE - PROPUESTA



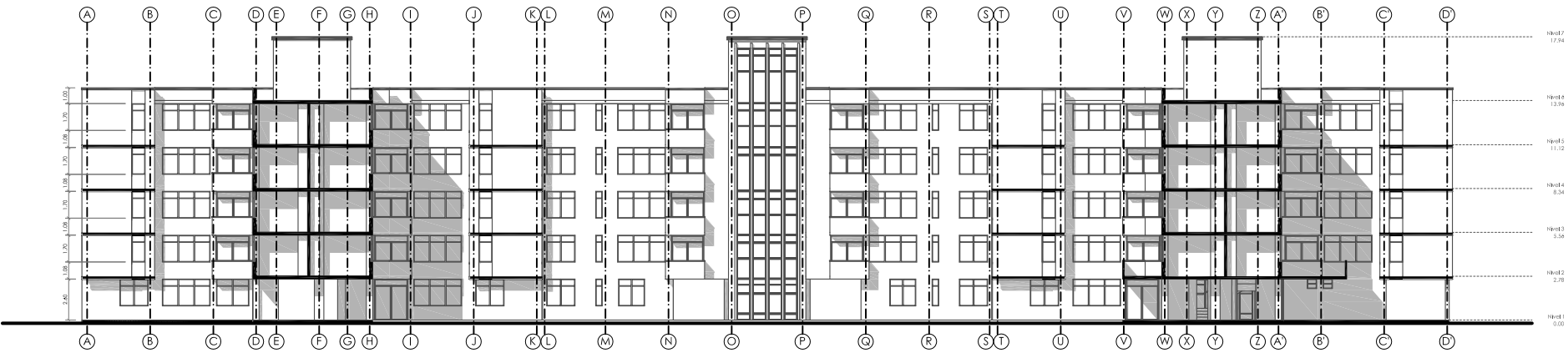
ELEVACIÓN ESTE - PROPUESTA



ELEVACIÓN SUR - PROPUESTA



ELEVACIÓN OESTE - PROPUESTA

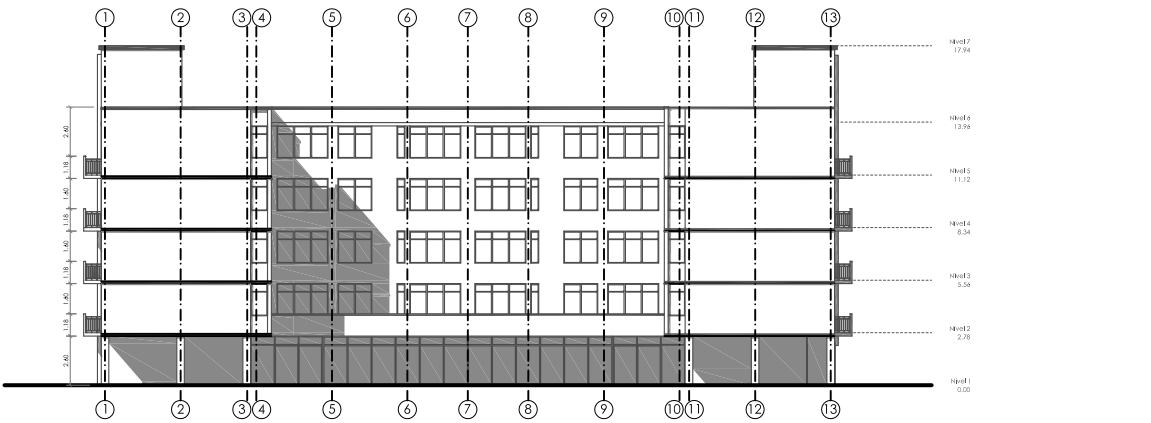


CONTENIDO  
Elevaciones interiores - bloque A

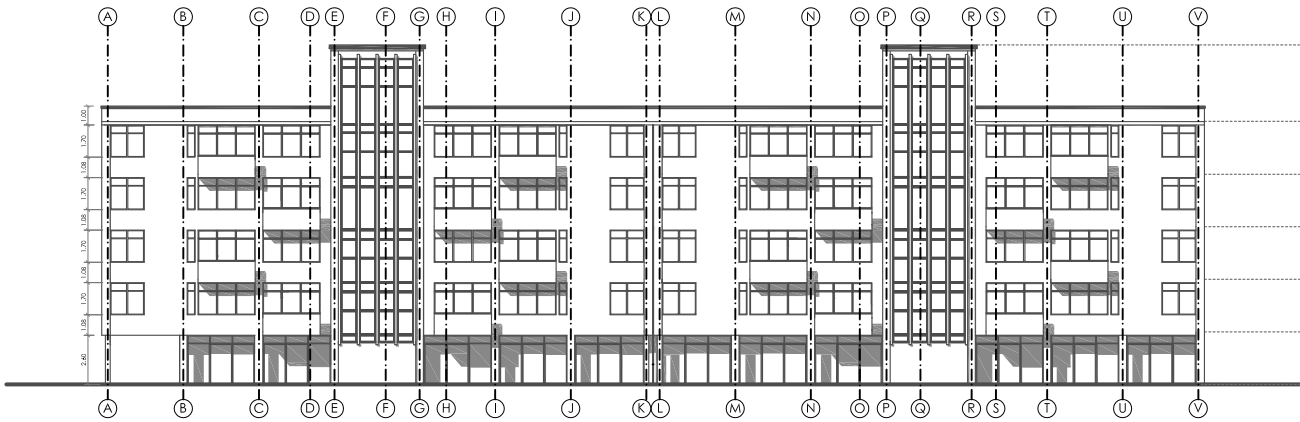
ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
18/34



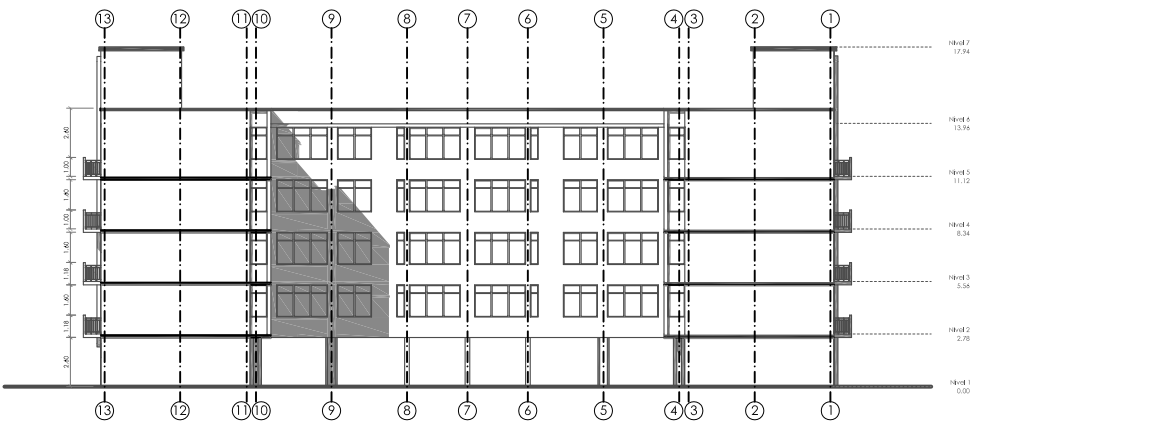
ELEVACIÓN NORTE - PROPUESTA



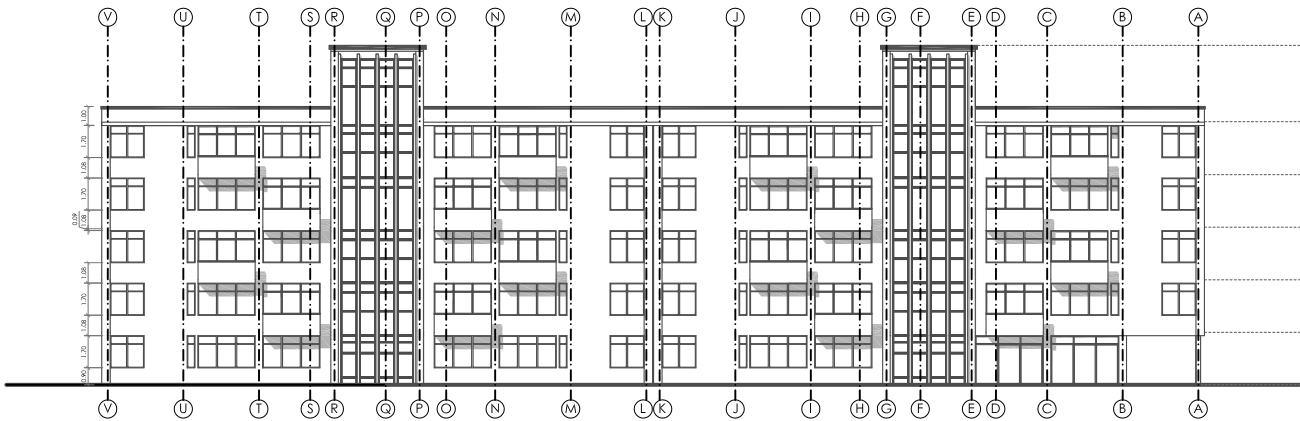
ELEVACIÓN ESTE - PROPUESTA



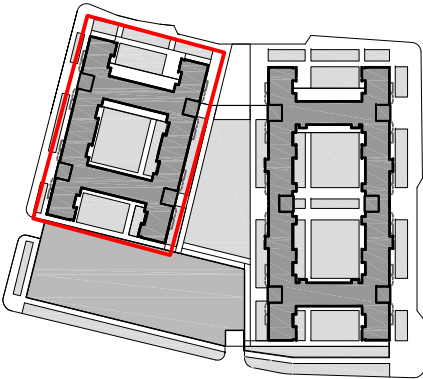
ELEVACIÓN SUR - PROPUESTA



ELEVACIÓN OESTE - PROPUESTA



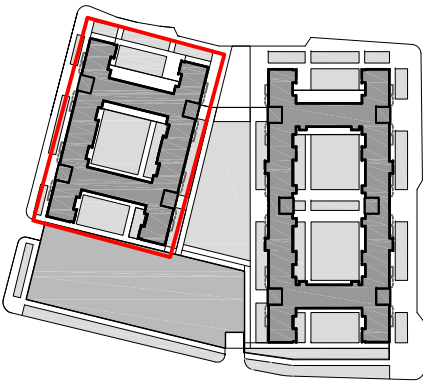
UBICACIÓN







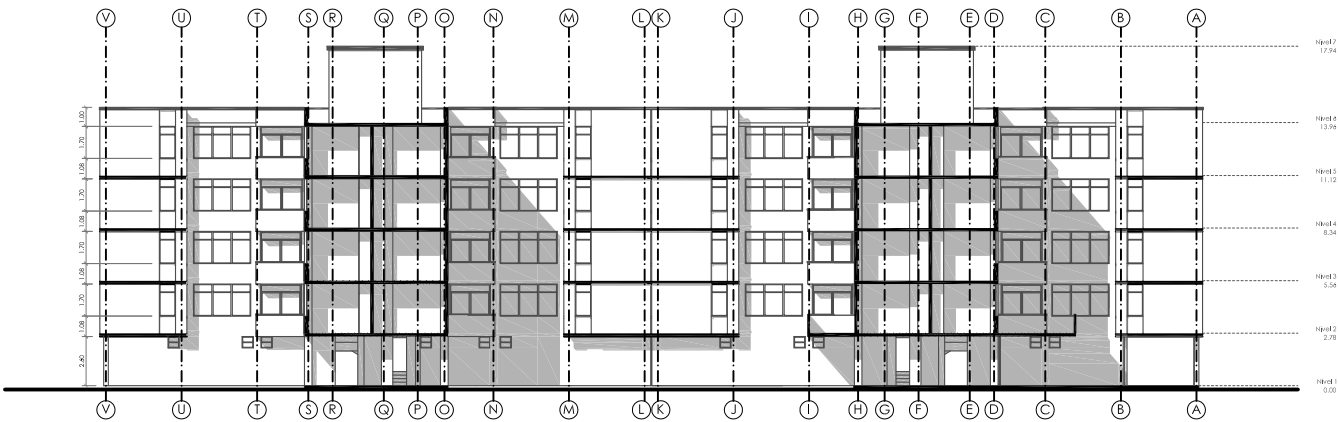
UBICACIÓN



ELEVACIÓN NORTE - PROPUESTA



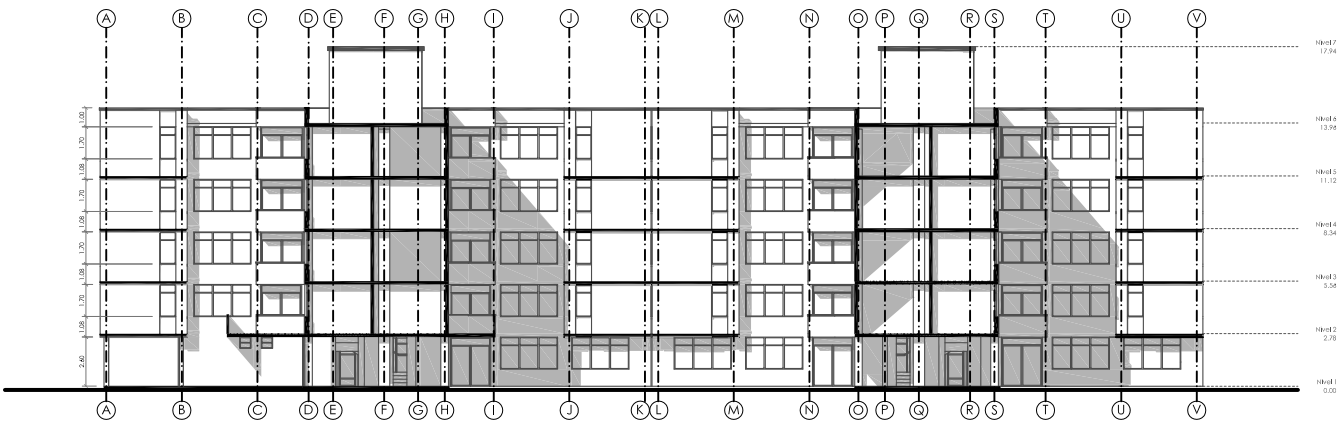
ELEVACIÓN ESTE - PROPUESTA



ELEVACIÓN SUR - PROPUESTA



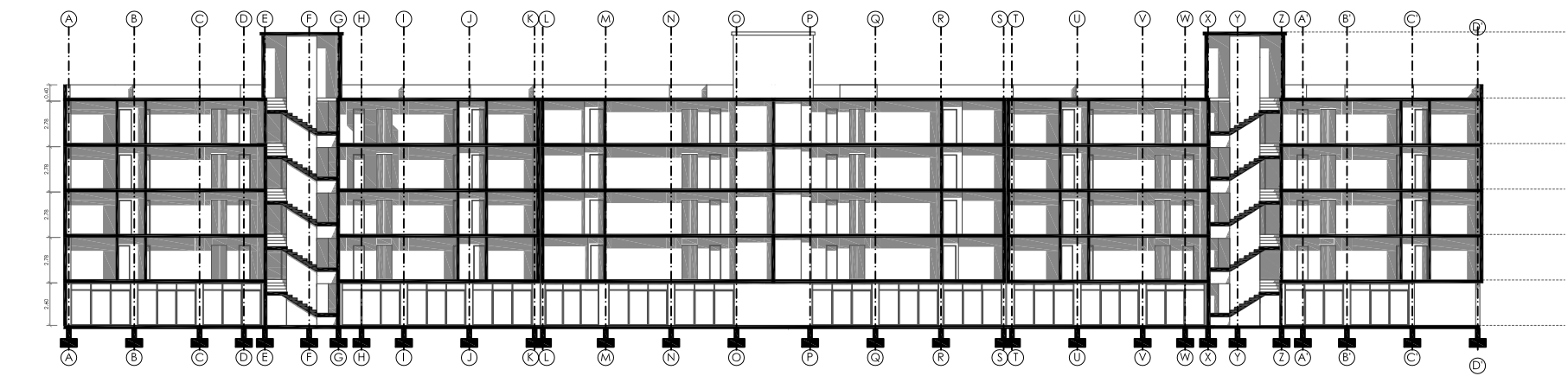
ELEVACIÓN OESTE - PROPUESTA



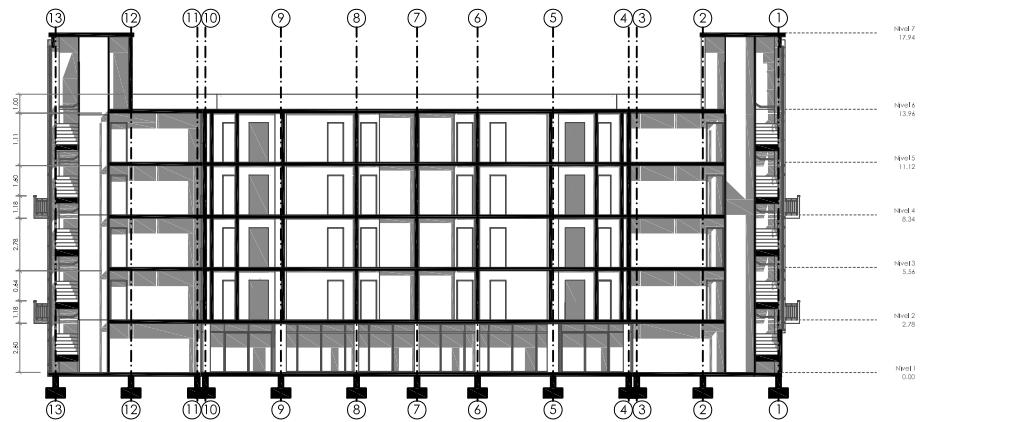
CONTENIDO  
Elevaciones interiores - bloque B

ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
20/34

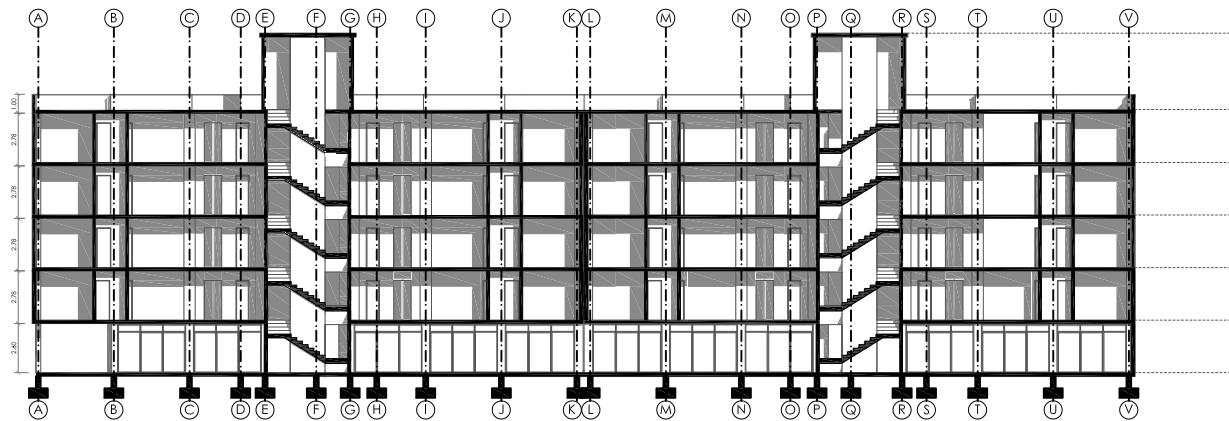




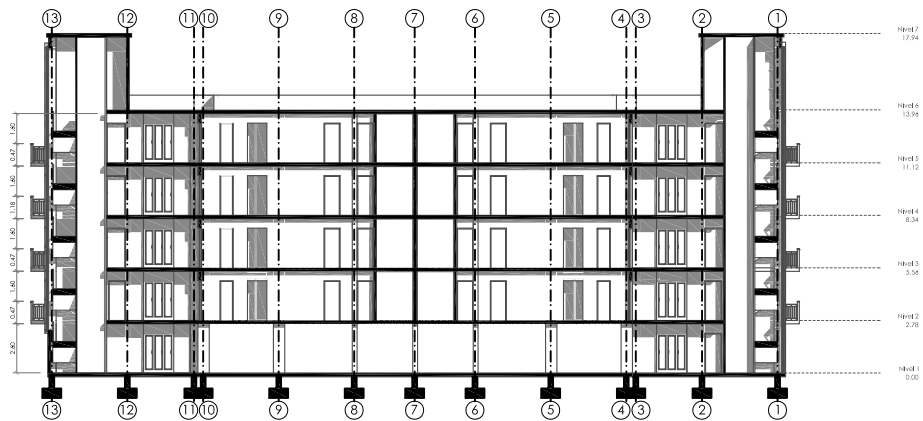
CORTE A - A BLOQUE A - PROPUESTA



CORTE B - B BLOQUE A - PROPUESTA

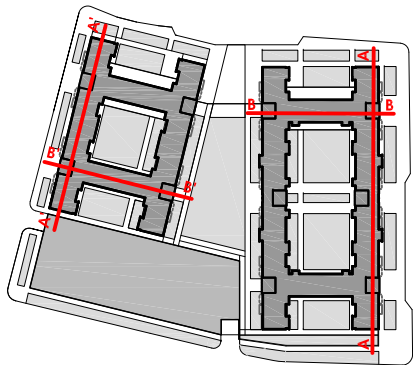


CORTE A - A BLOQUE B - PROPUESTA



CORTE B - B BLOQUE B - PROPUESTA

UBICACIÓN

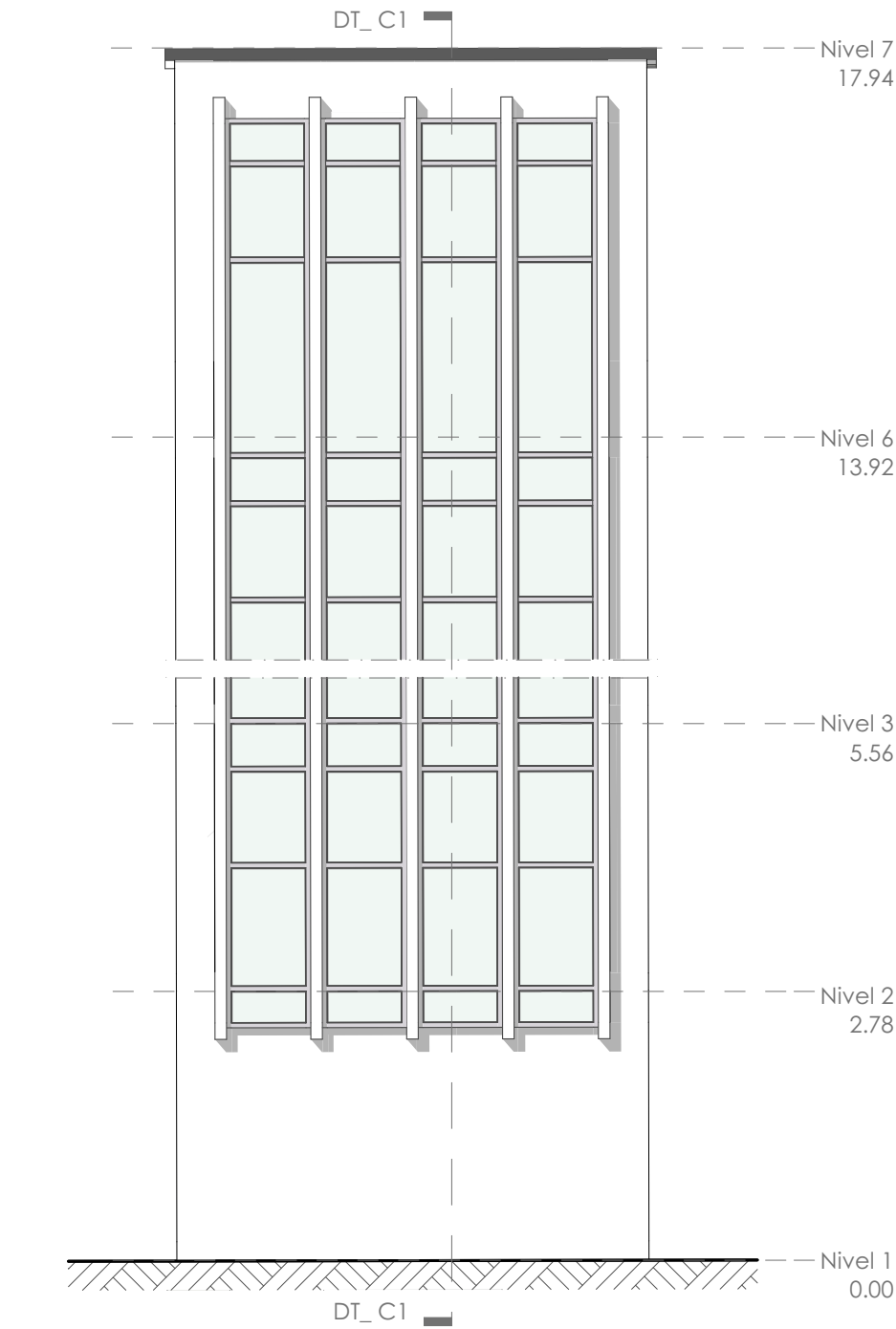


CONTENIDO  
Cortes - bloque A, bloque B

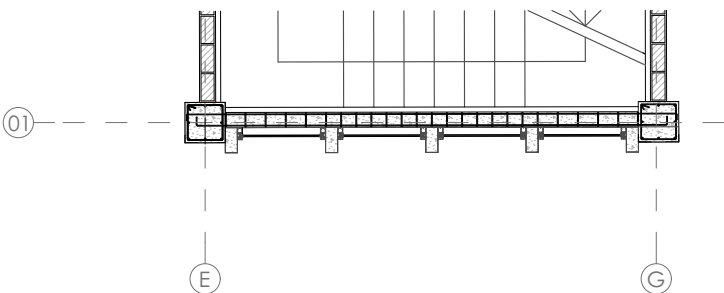
ESCALA  
1\_400  
LÁMINA  
21/34



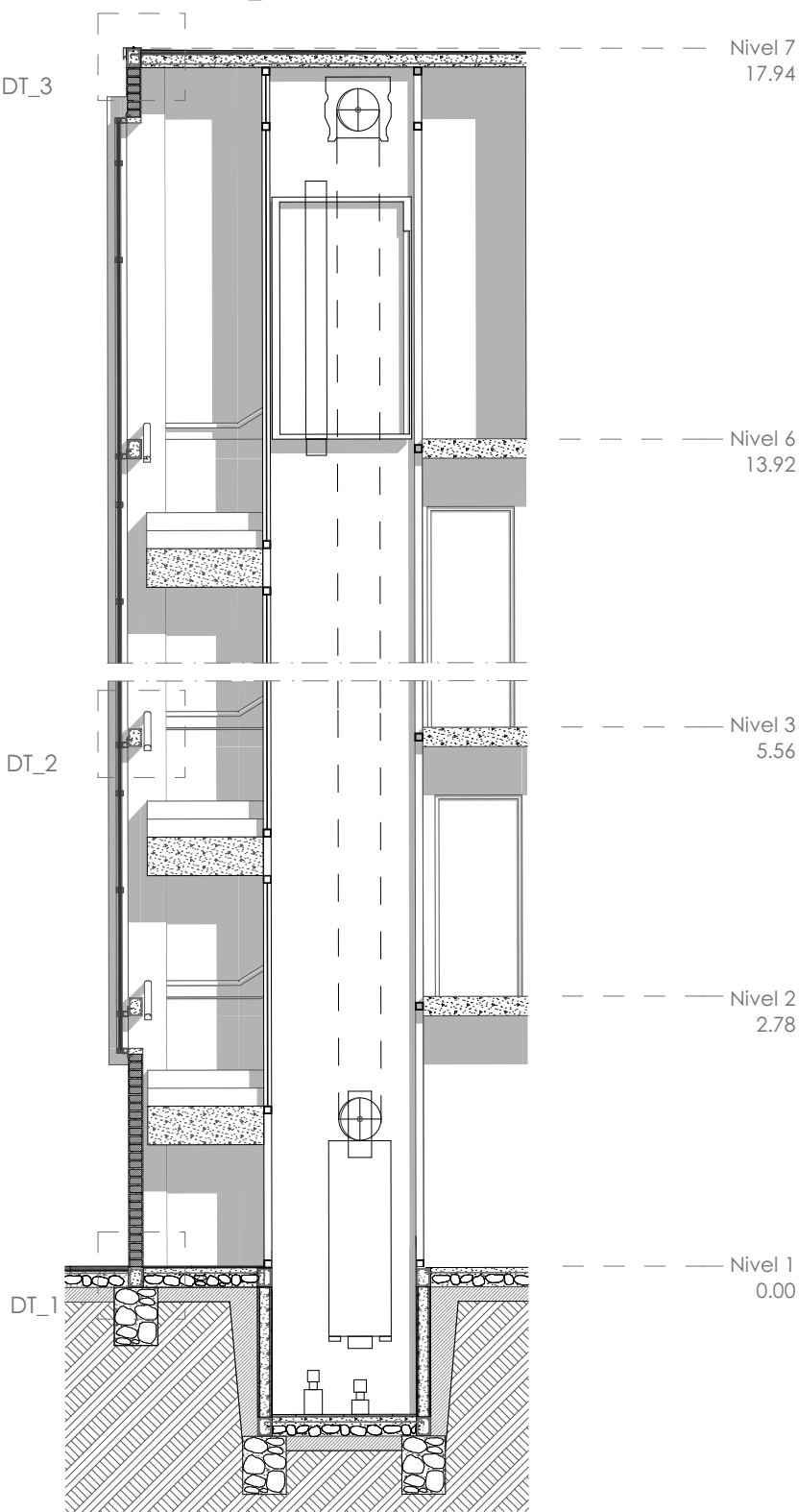
ELEVACIÓN CONSTRUCTIVA



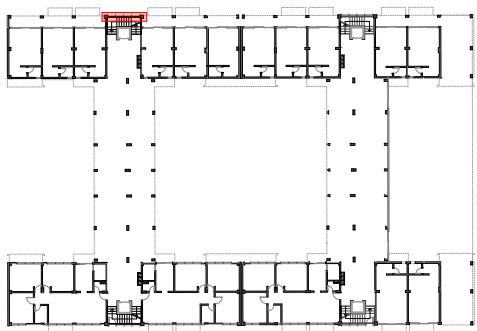
PLANTA CONSTRUCTIVA



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DT\_C1



REFERENCIA \_ BLOQUE B

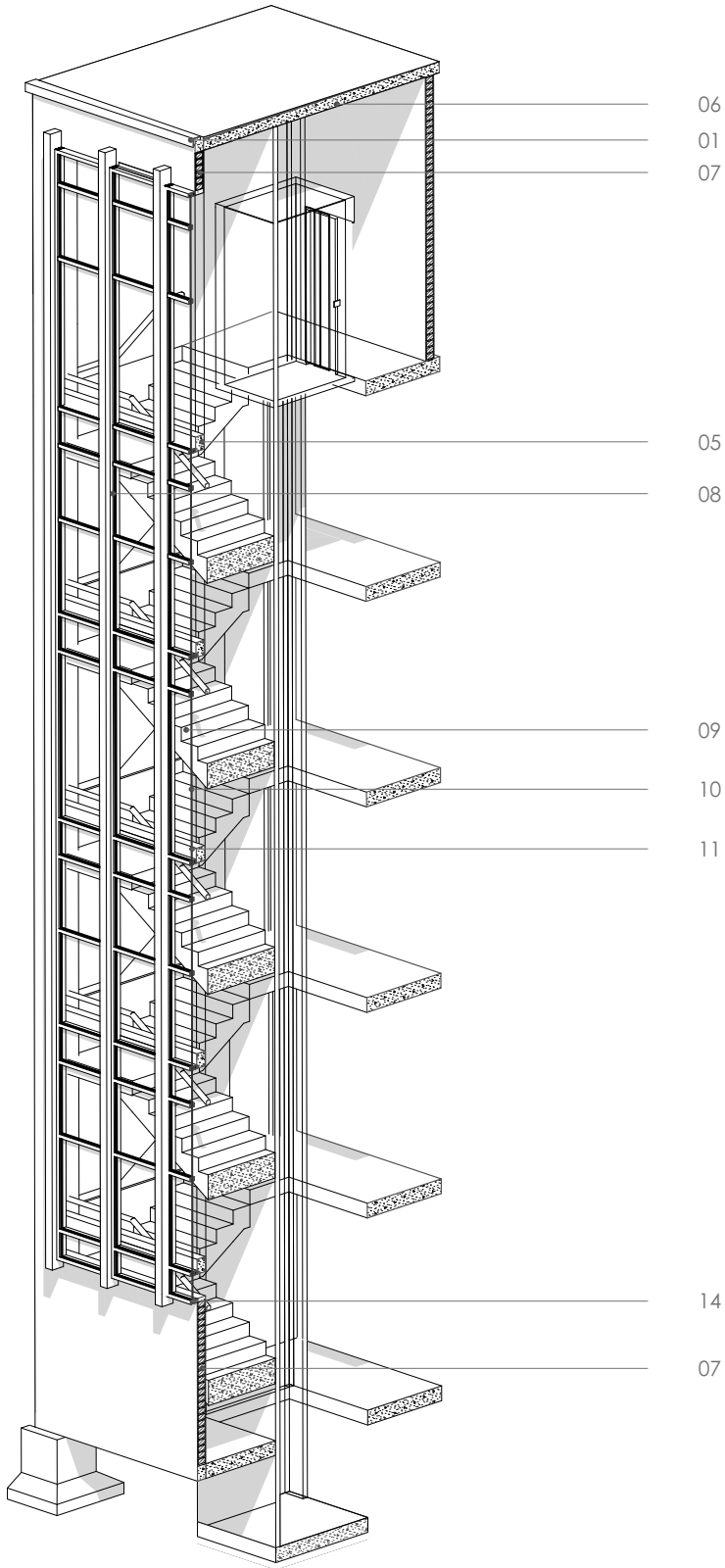


DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

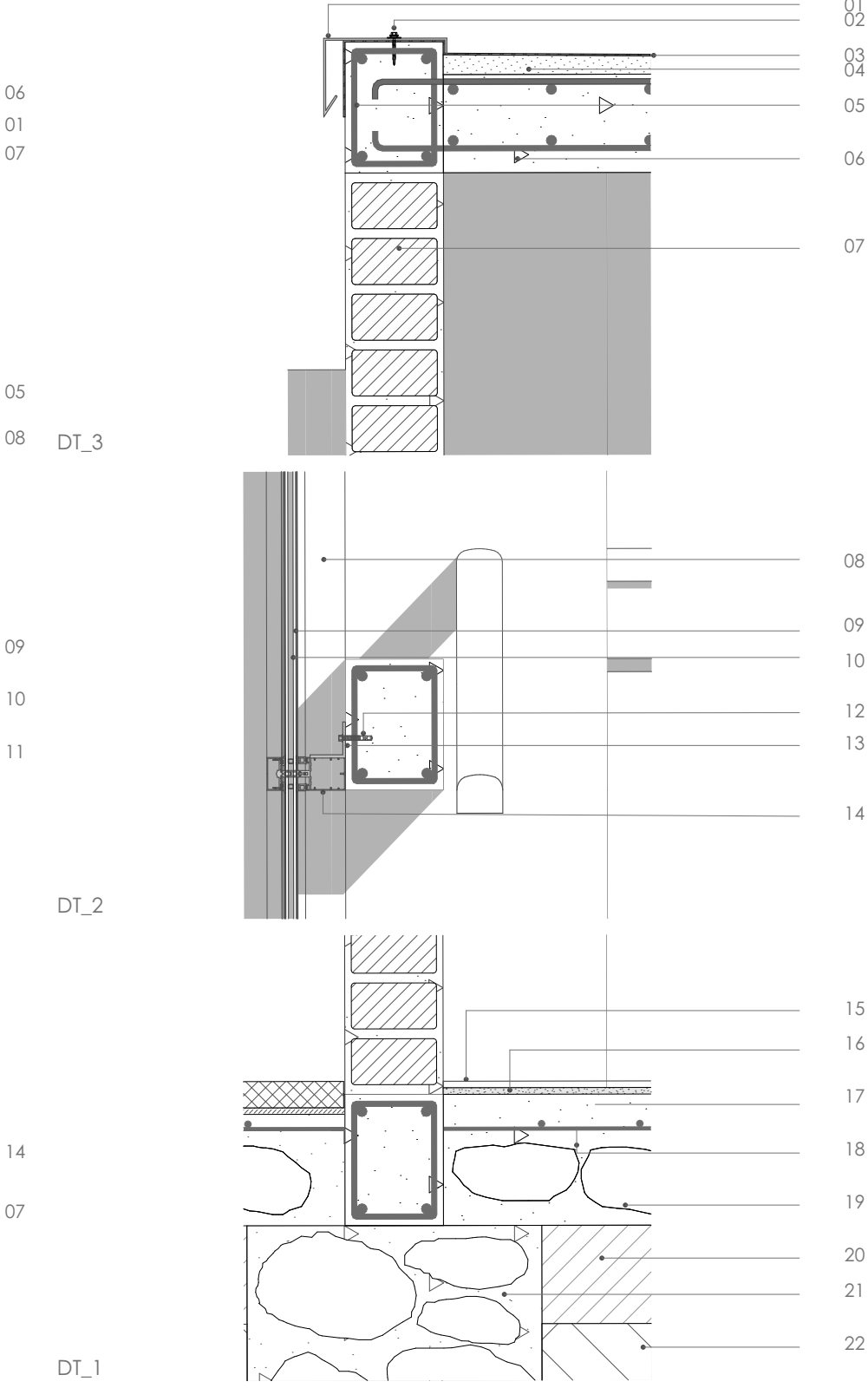
- 01. Goterón de zinc en chapa prelacado, color gris e=0.35 mm.
- 02. Tornillo autoperforante 3".
- 03. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de poliéster adherible al calor.
- 04. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
- 05. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 06. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
- 07. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.
- 08. Montante de aluminio natural 52x52 mm.
- 09. Vidrio claro e=4mm.
- 10. Cámara de aire e=8 mm.
- 11. Vidrio claro e=6mm.
- 12. Perno de acero galvanizado 3".
- 13. Perfil metálico estructural L 50x50 mm e=5mm.
- 14. Travesaño de aluminio natural 50x50 mm.
- 15. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
- 16. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
- 17. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
- 18. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
- 19. Replanteo de piedra e=15 cm.
- 20. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
- 21. Mampostería de piedra con mortero 1:4.
- 22. Relleno compacto de sitio.



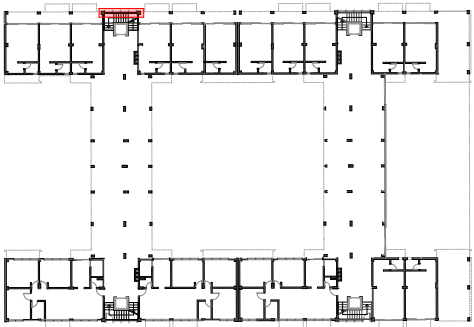
AXONOMETRÍA



DETALLES CONSTRUCTIVOS DT\_C1



REFERENCIA \_ BLOQUE B

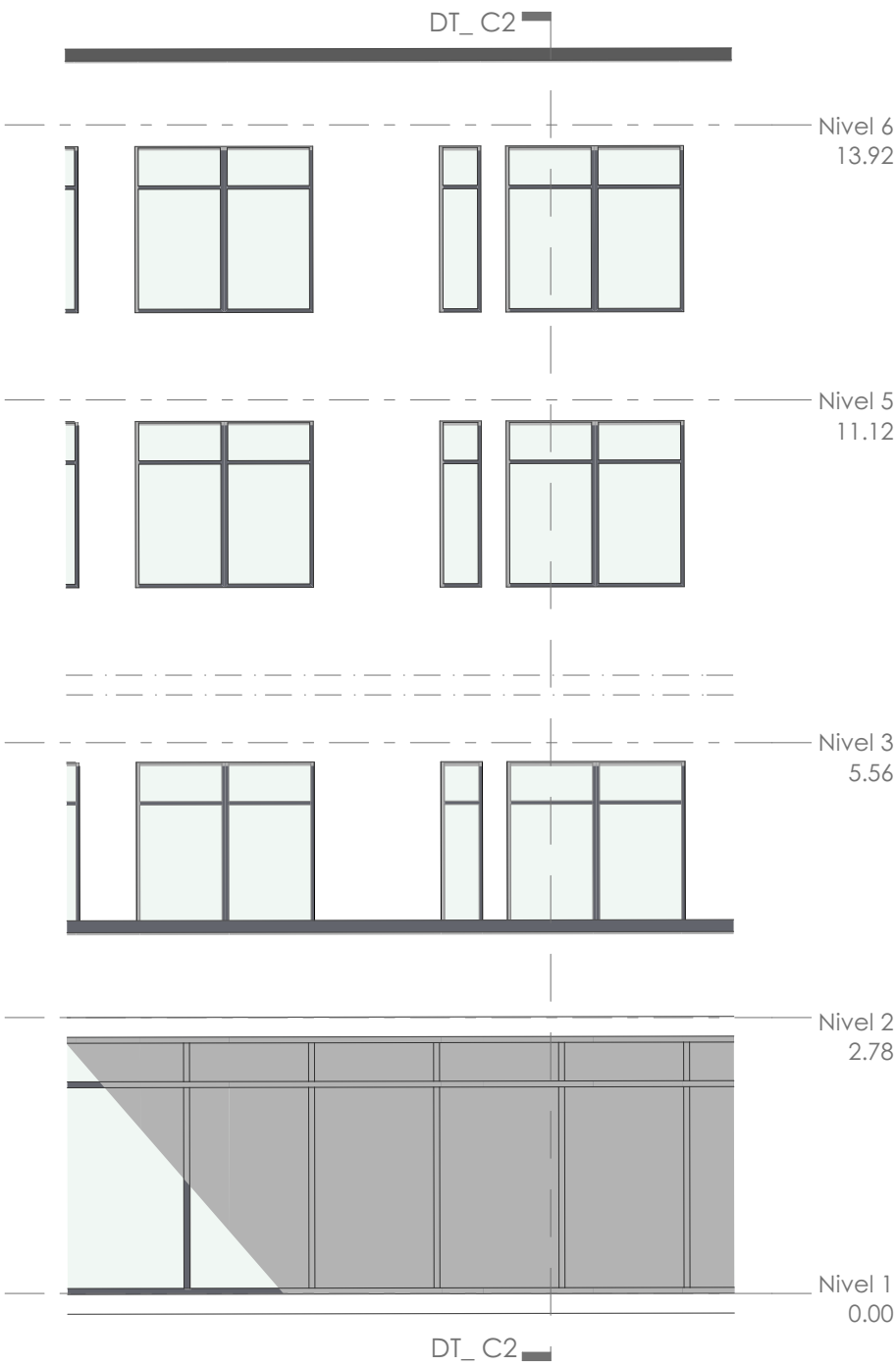


DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

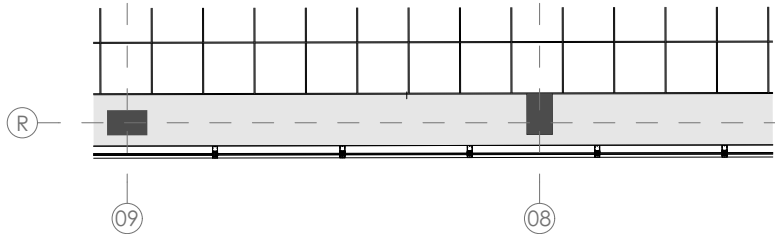
- 01. Goterón de zinc en chapa prelacado, color gris e=0.35 mm.
- 02. Tornillo autoperforante 3".
- 03. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de poliester adherible al calor.
- 04. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
- 05. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 06. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
- 07. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.
- 08. Montante de aluminio natural 52x52 mm.
- 09. Vidrio claro e=4mm.
- 10. Cámara de aire e=8 mm.
- 11. Vidrio claro e=6mm.
- 12. Perno de acero galvanizado 3".
- 13. Perfil metálico estructural L 50x50 mm e=5mm.
- 14. Travesaño de aluminio natural 50x50 mm.
- 15. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
- 16. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
- 17. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
- 18. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
- 19. Replanteo de piedra e=15 cm.
- 20. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
- 21. Mampostería de piedra con mortero 1:4.
- 22. Relleno compacto de sitio.



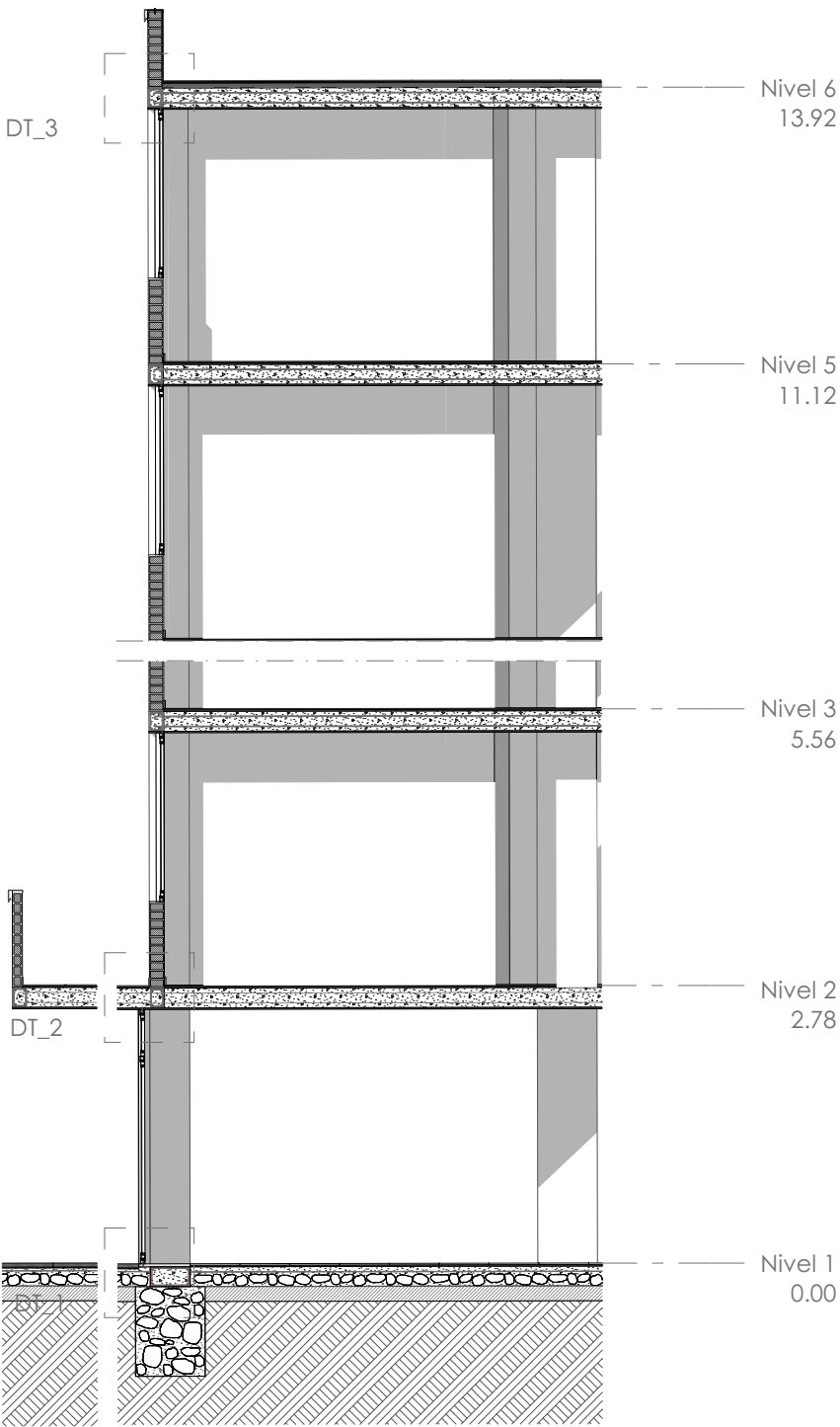
ELEVACIÓN CONSTRUCTIVA



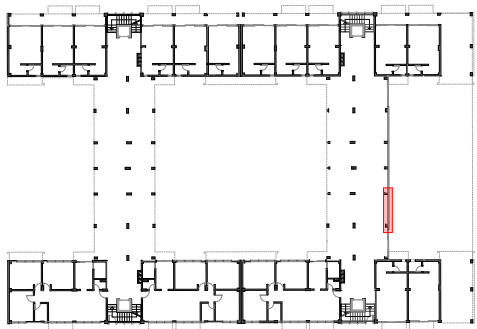
PLANTA CONSTRUCTIVA



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DT\_C2



REFERENCIA \_ BLOQUE B



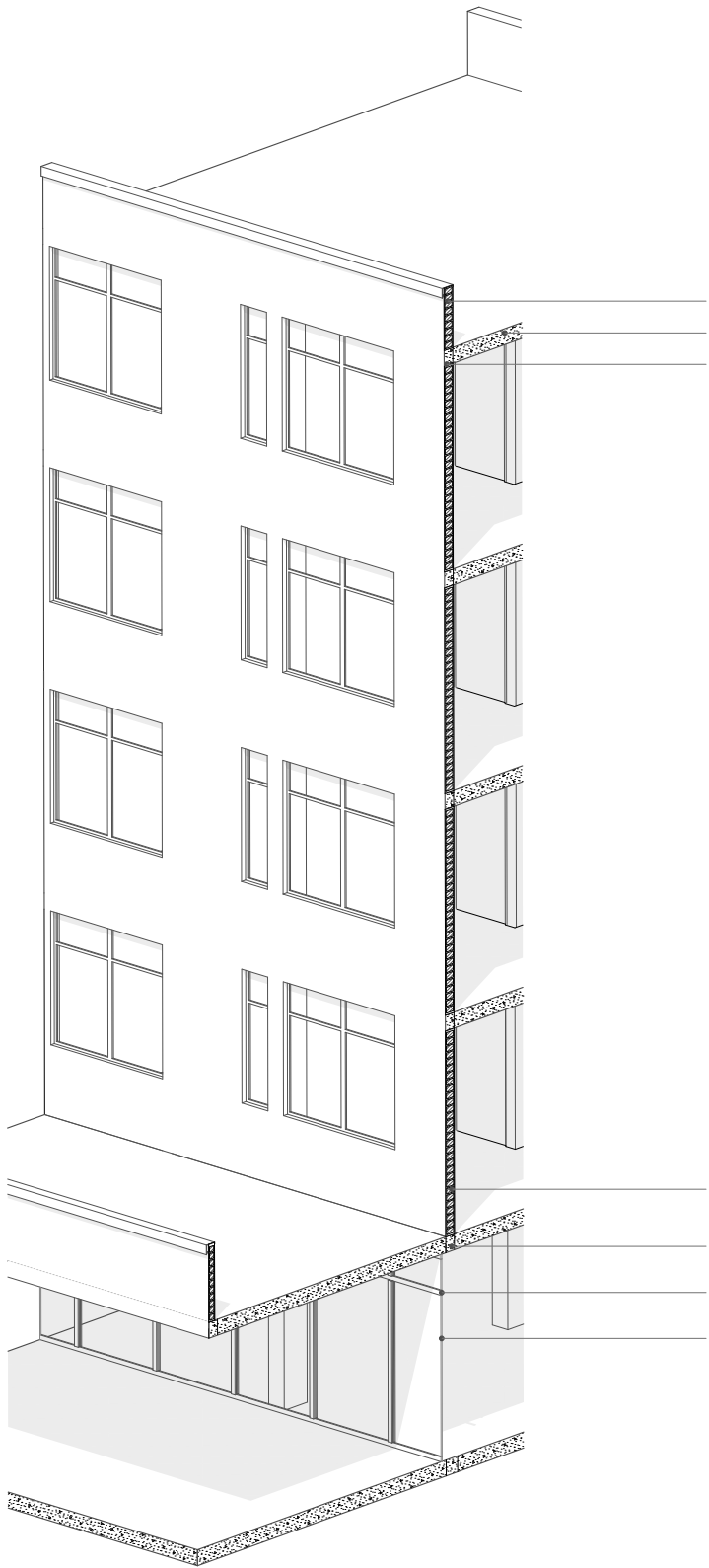
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

- 01. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.
- 02. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de poliéster adherible al calor.
- 03. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
- 04. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
- 05. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
- 06. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 07. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
- 08. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.
- 09. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2" .
- 10. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.
- 11. Vidrio claro e=6mm.
- 12. Barredera lisa de aluminio anodizado h=0.8 cm.
- 13. Revestimiento de piso tipo parquet e=1.5 cm.
- 14. Mortero cemento 1:3, e=1.5 cm.
- 15. Revestimiento de piso tipo piedra andesítica martelinada de 60x30x3 cm.
- 16. Mortero cemento 1:3, e=1cm.
- 17. Revestimiento de piso tipo microcemento de alta resistencia, color gris, e=3mm.
- 18. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
- 19. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
- 20. Replanteo de piedra e=15 cm.
- 21. Viga de hormigón armado 40x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 22. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
- 23. Mampostería de piedra con mortero 1:4.





AXONOMETRÍA



DETALLES CONSTRUCTIVOS DT\_C2

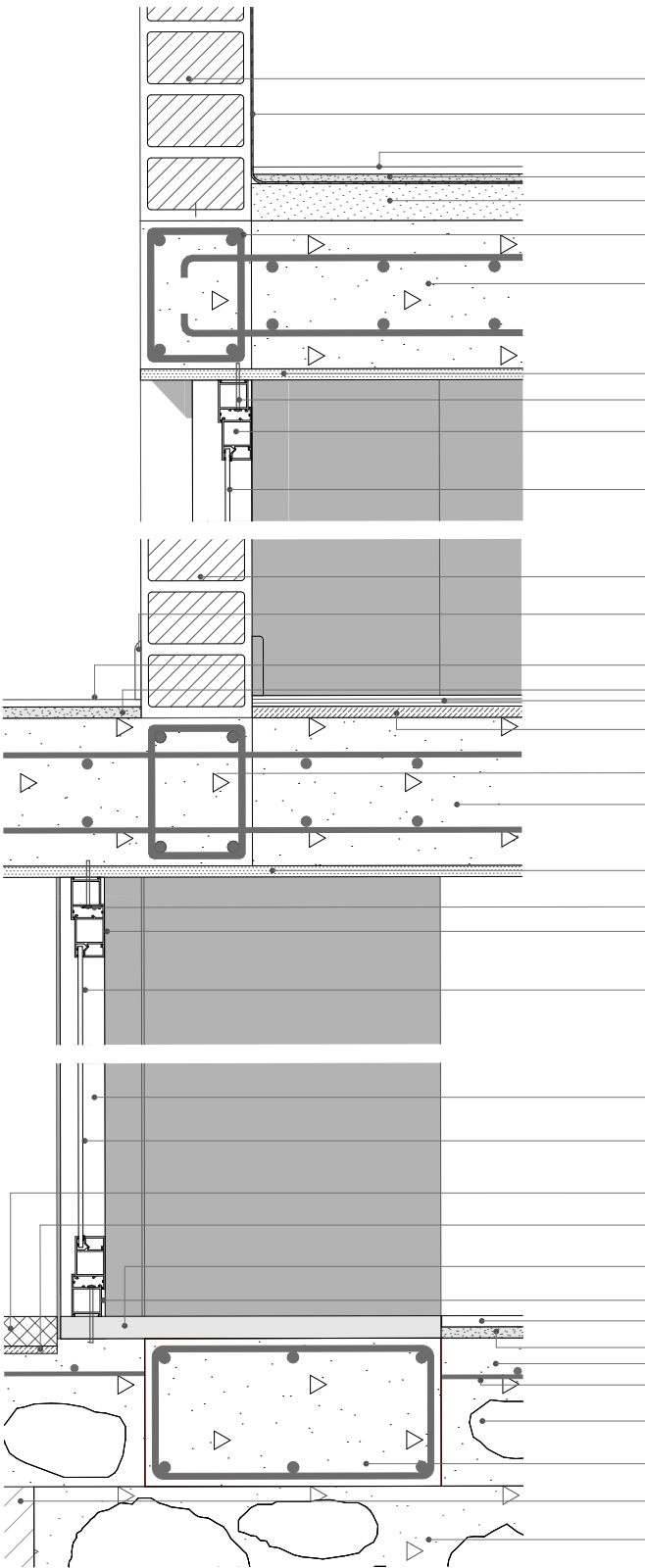
01  
07  
06

DT\_3

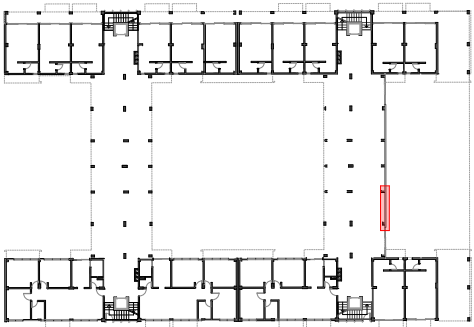
DT\_2

01  
06  
10  
11

DT\_1



REFERENCIA \_ BLOQUE B



DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

01. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.  
02. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de políester adherible al calor.  
03. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.  
04. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.  
05. Mortero cemento 1:4 para nivelación.  
06. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².  
07. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.  
08. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.  
09. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2" .  
10. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.  
11. Vidrio claro e=6mm.  
12. Barredera lisa de aluminio anodizado h=0.8 cm.  
13. Revestimiento de piso tipo parquet e=1.5 cm.  
14. Mortero cemento 1:3, e=1.5 cm.  
15. Revestimiento de piso tipo piedra andesitica martelinada de 60x30x3 cm.  
16. Mortero cemento 1:3, e=1cm.  
17. Revestimiento de piso tipo microcemento de alta resistencia, color gris, e=3mm.  
18. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².  
19. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.  
20. Replanto de piedra e=15 cm.  
21. Viga de hormigón armado 40x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².  
22. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.  
23. Mampostería de piedra con mortero 1:4.

CONTENIDO  
Axonometría  
Detalles constructivos

ESCALA  
1\_10  
LÁMINA  
25/34

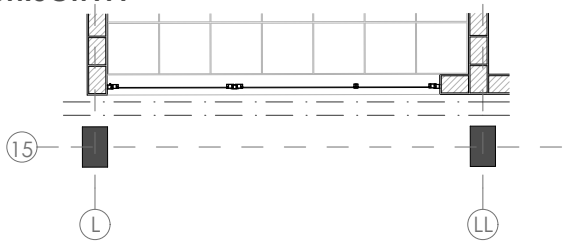




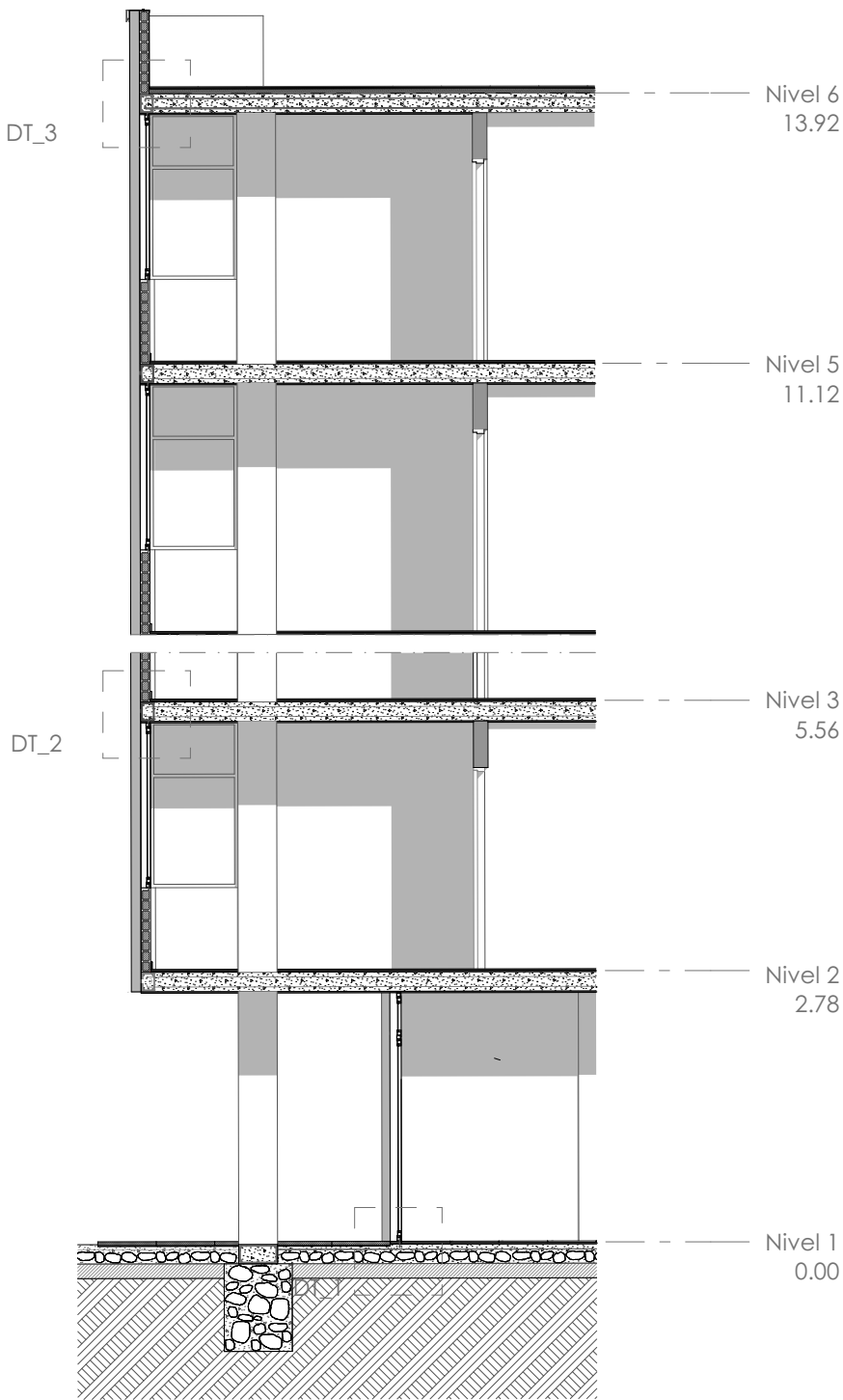
ELEVACIÓN CONSTRUCTIVA



PLANTA CONSTRUCTIVA



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DT\_C3



REFERENCIA \_ BLOQUE A



DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

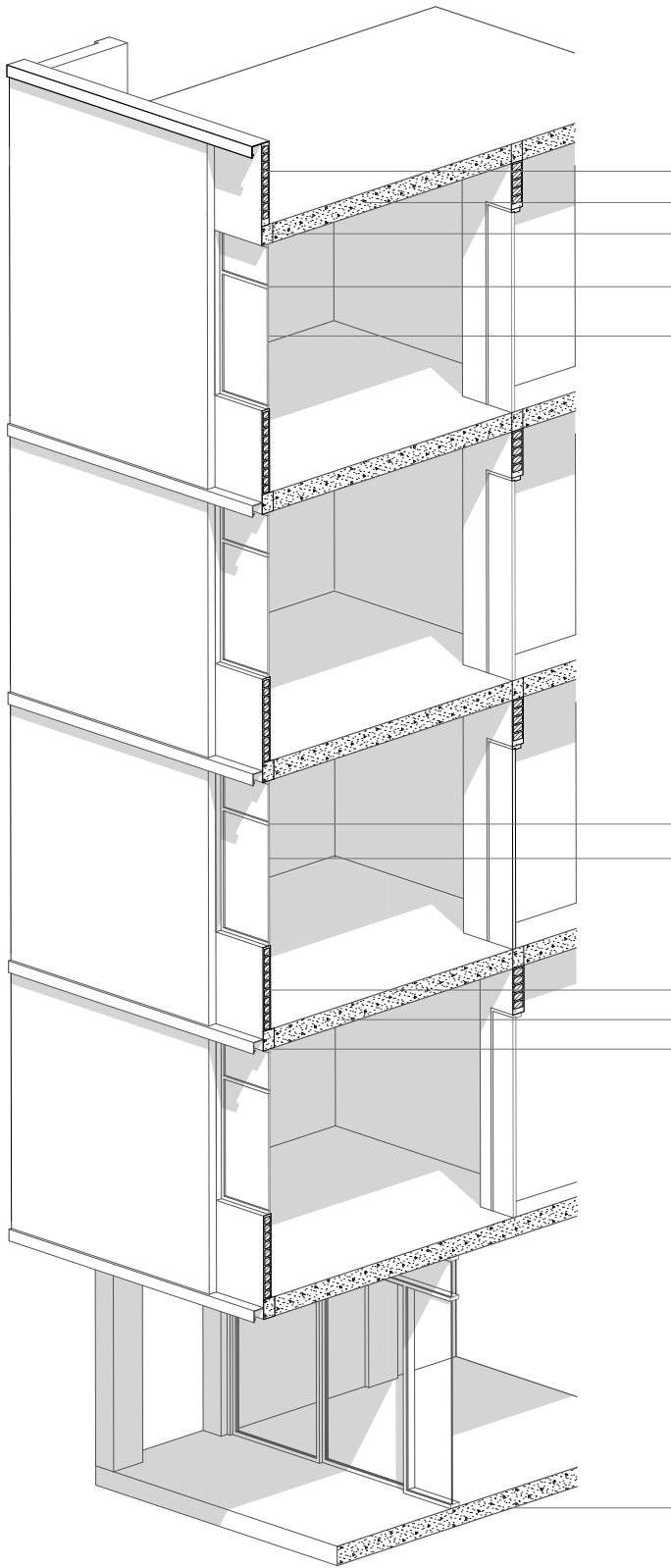
01. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.
02. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de políster adherible al calor.
03. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
04. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
05. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
06. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
07. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
08. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.
09. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2".
10. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.
11. Vidrio claro e=6mm.
12. Barredera de madera h=8 cm.
13. Revestimiento de piso tipo parquet e=1.5 cm.
14. Mortero cemento 1:3, e=1.5 cm.
15. Tornillo de sujeción galvanizado 4 1/2".
16. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
17. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
18. Replantillo de piedra e=15 cm.
19. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
20. Relleno compacto de sitio.

CONTENIDO  
Planta Constructiva  
Elevación Constructiva  
Sección Constructiva DT\_C3

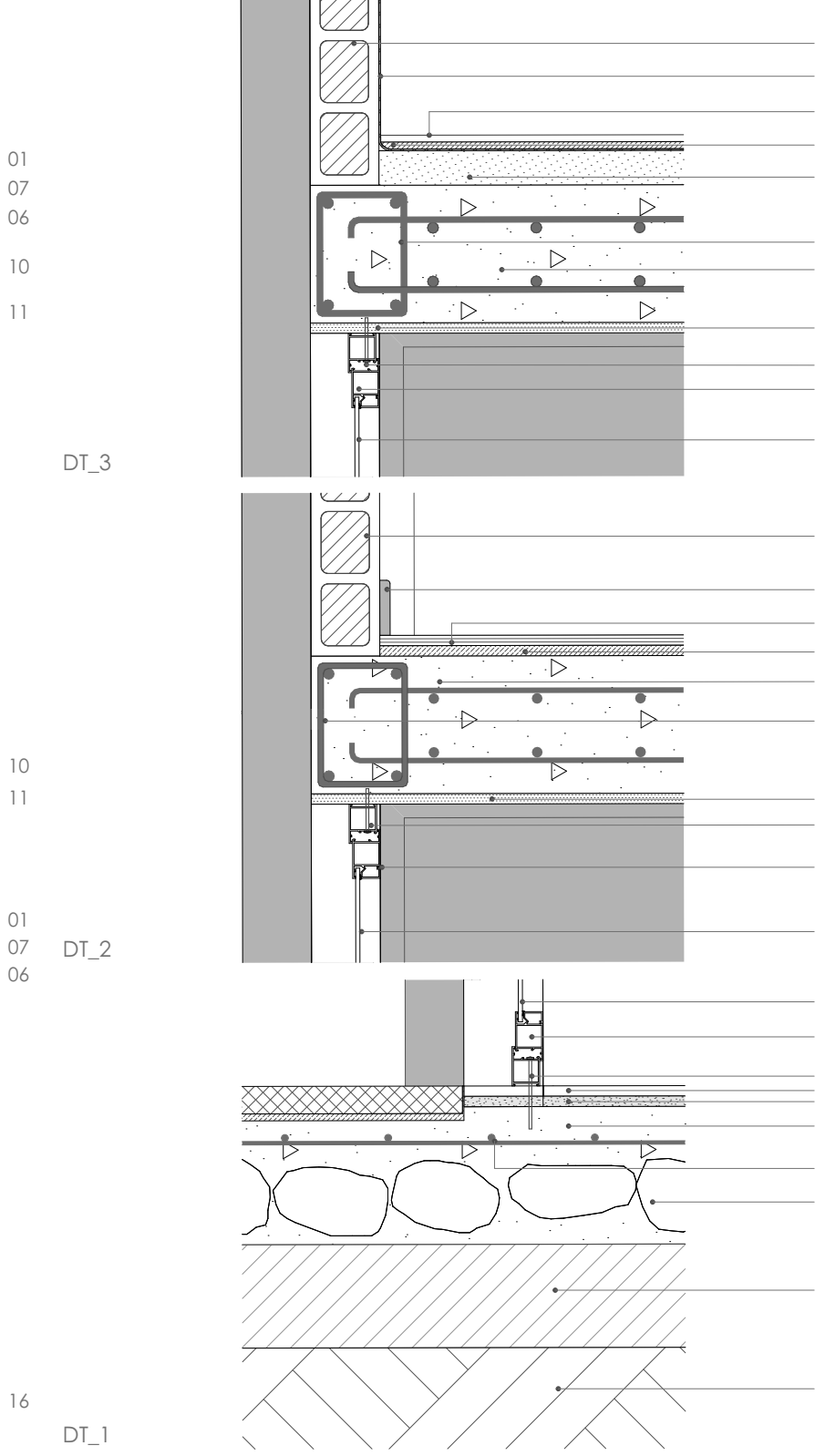
ESCALA  
1\_75  
LÁMINA  
26/34



AXONOMETRÍA



DETALLES CONSTRUCTIVOS DT\_C3



REFERENCIA \_ BLOQUE A



DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

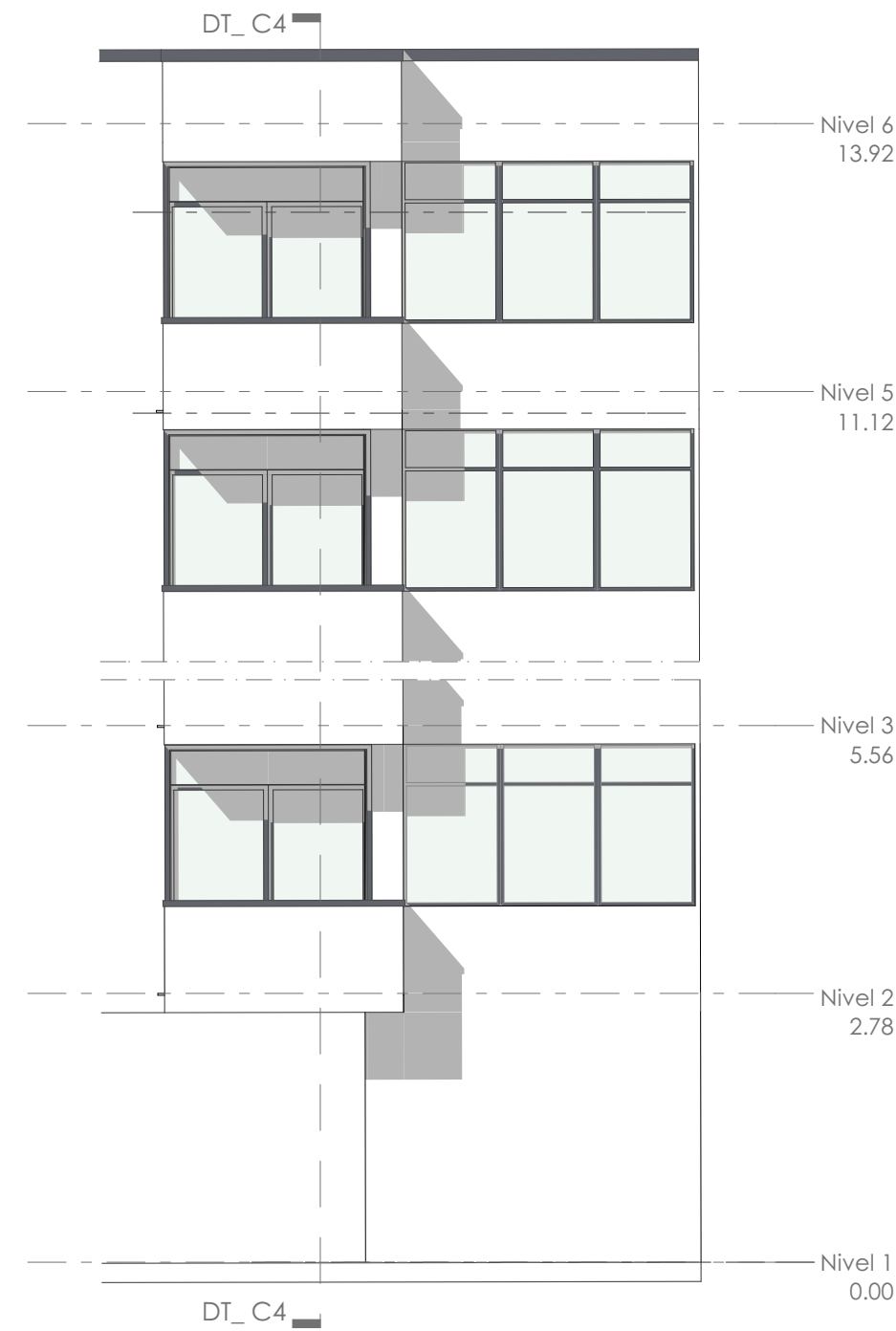
- 01. Mampostería de ladrillo artesanal 7x13x27 cm, con mortero cemento 1:3.
- 02. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de políester adherible al calor.
- 03. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
- 04. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
- 05. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
- 06. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 07. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
- 08. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.
- 09. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2" .
- 10. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.
- 11. Vidrio claro e=6mm.
- 12. Barredera de madera h=8 cm.
- 13. Revestimiento de piso tipo parquet e=1.5 cm.
- 14. Mortero cemento 1:3, e=1.5 cm.
- 15. Tornillo de sujeción galvanizado 4 1/2".
- 16. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
- 17. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
- 18. Replantiillo de piedra e=15 cm.
- 19. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
- 20. Relleno compacto de sitio.

CONTENIDO  
Axonometría  
Detalles constructivos

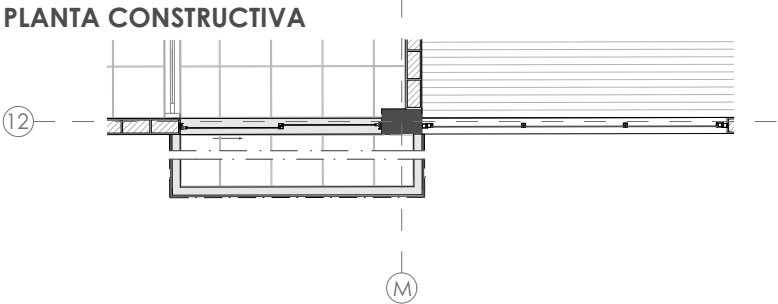
ESCALA  
1\_10  
LÁMINA  
27/34



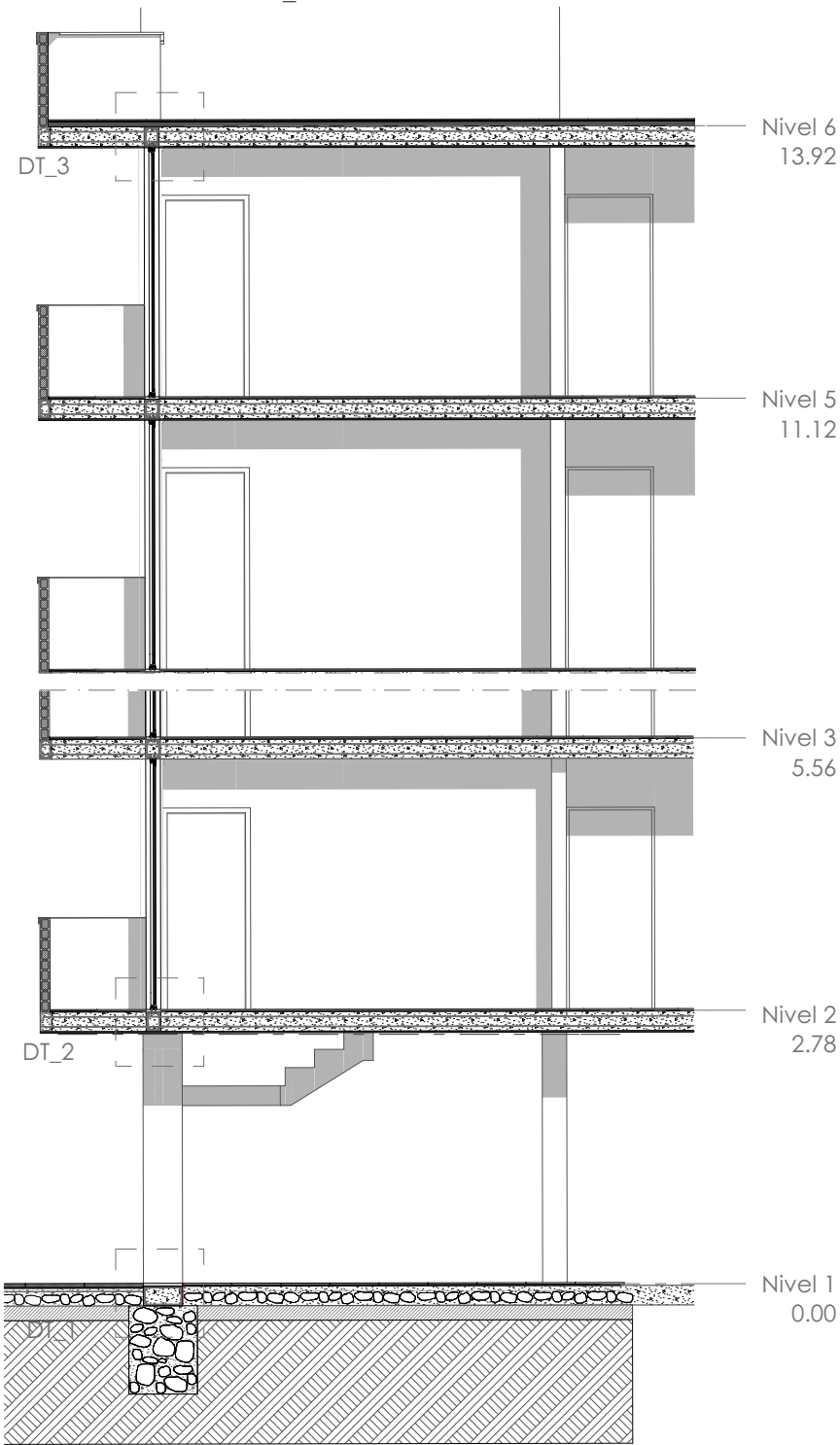
ELEVACIÓN CONSTRUCTIVA



PLANTA CONSTRUCTIVA



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DT\_C4



REFERENCIA \_ BLOQUE A



DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

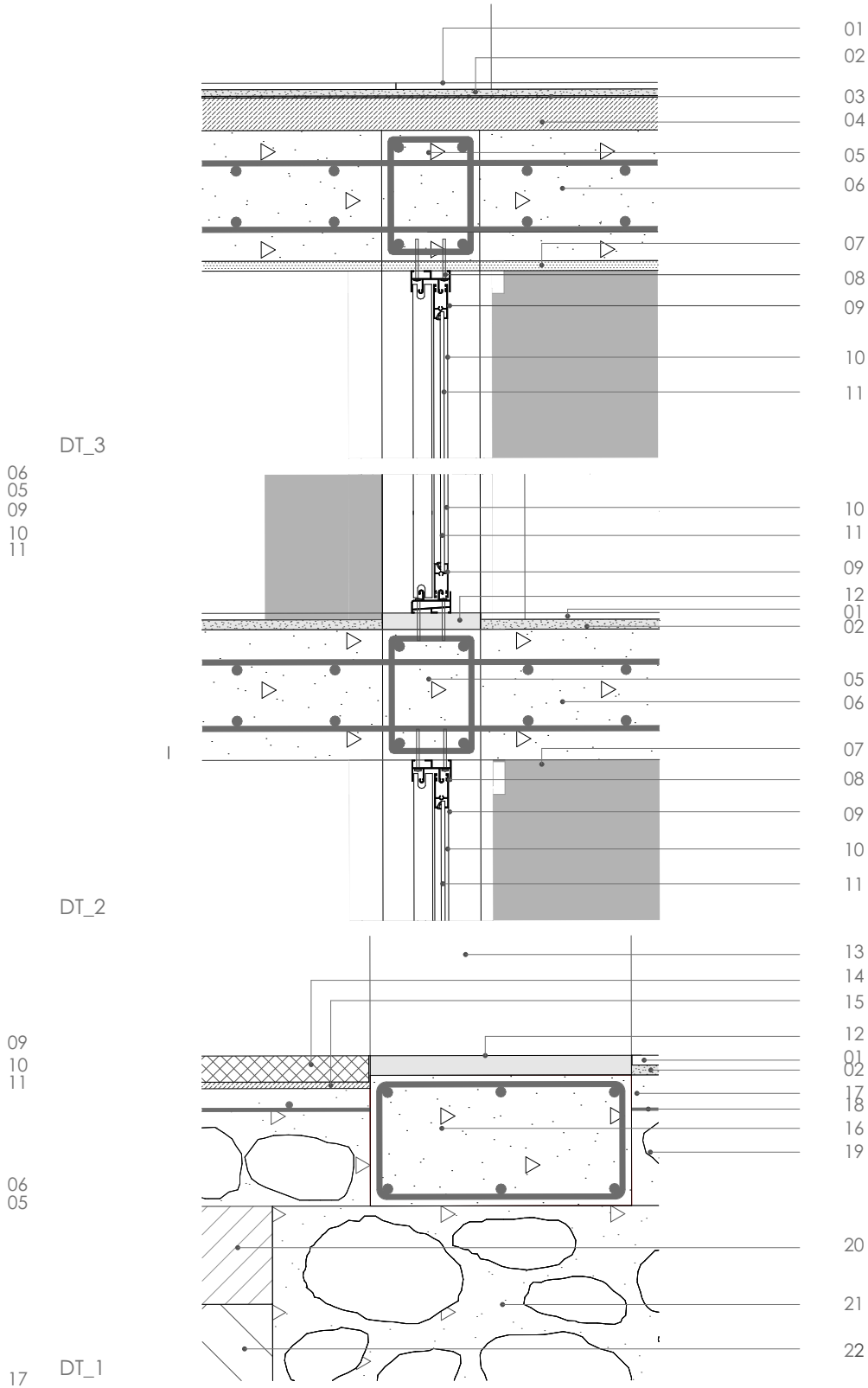
01. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
02. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
03. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de poliéster adherible al calor.
04. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
05. Viga de hormigón armado 15x20 cm,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ .
06. Losa de Hormigón armado,  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ , e=20 cm.
07. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.
08. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2".
09. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.
10. Puerta corrediza de aluminio color natural módulo
11. Vidrio claro e=6mm.
12. Revestimiento de piso tipo microcemento de alta resistencia, color gris, e=3mm.
13. Columna de hormigón armado 40x25 cm.
14. Revestimiento de piso tipo piedra andesítica martilada de 60x30x3 cm.
15. Mortero cemento 1:3, e=1cm.
16. Viga de hormigón armado 40x20 cm,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ .
17. Losa de hormigón simple e= 7 cm,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
18. Malla de acero electrosoldada  $\varnothing=4\text{mm}$ , c/15cm.
19. Replanteo de piedra e=15 cm.
20. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
21. Muro de cimentación.
22. Mampostería de piedra con mortero 1:4.



AXONOMETRÍA



DETALLES CONSTRUCTIVOS DT\_C4



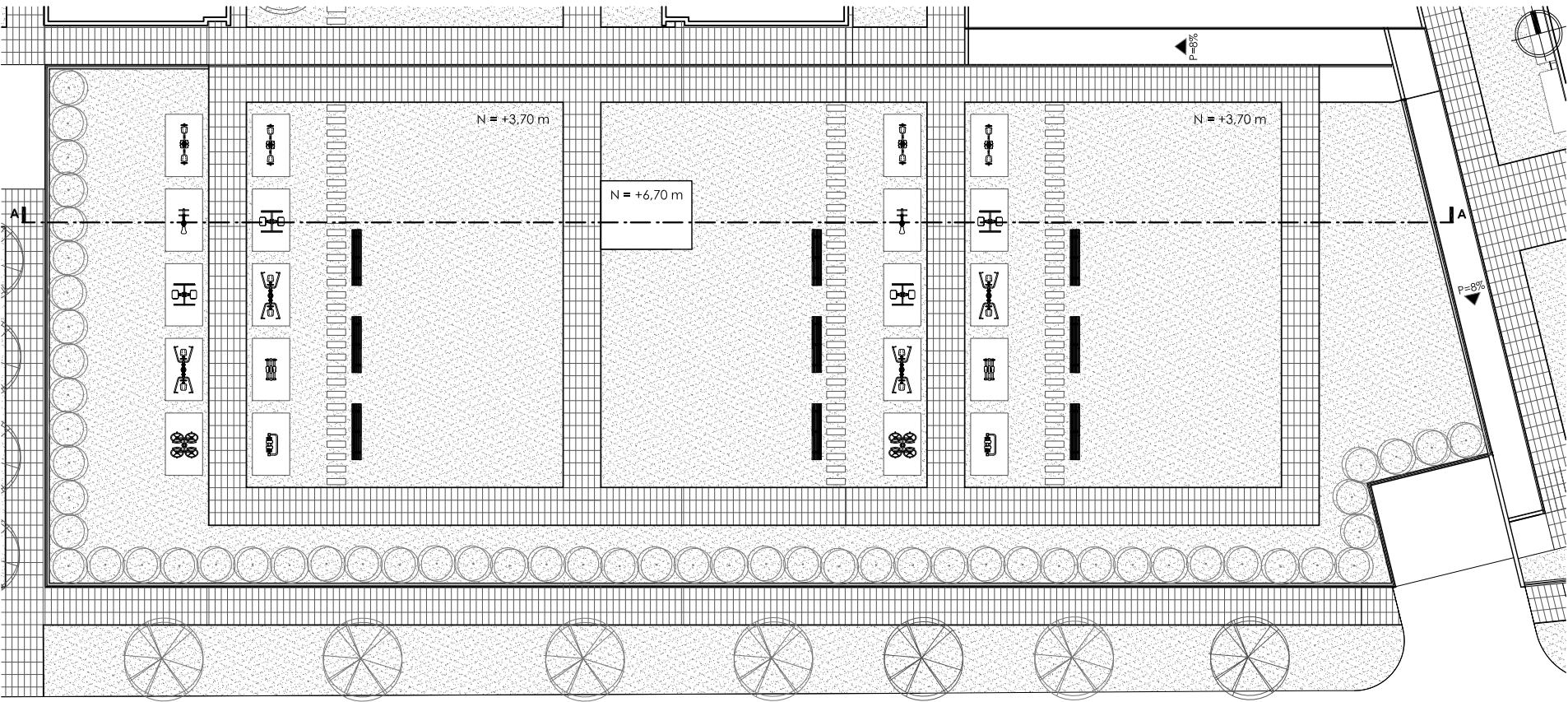
REFERENCIA \_ BLOQUE A



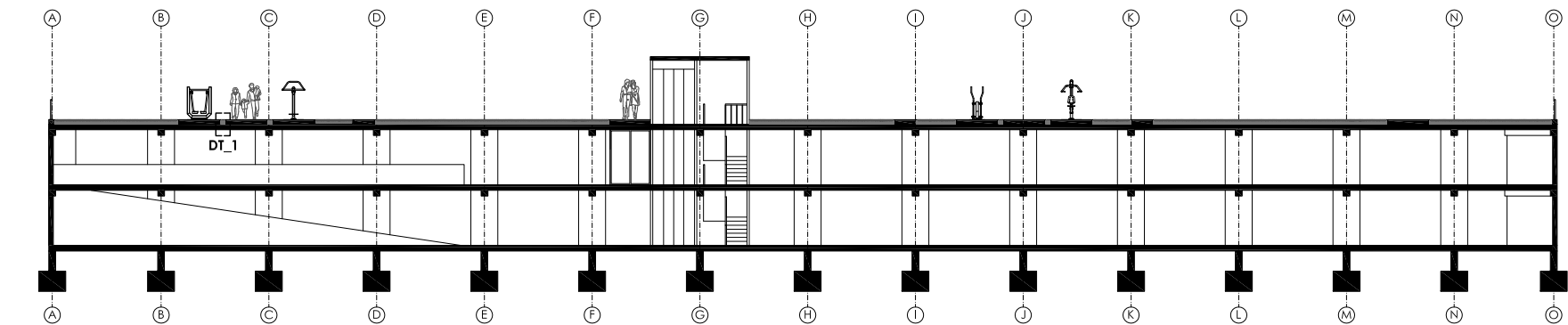
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

- 01. Revestimiento de piso tipo porcelanato 50x50 cm.
- 02. Mortero adhesivo con polímeros para porcelanato e=1 cm.
- 03. Revestimiento impermeabilizante, lámina asfáltica con protección mineral y refuerzo de políester adherible al calor.
- 04. Mortero cemento 1:4 para nivelación.
- 05. Viga de hormigón armado 15x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 06. Losa de Hormigón armado, f'c=240kg/cm², fy=4200 kg/cm², e=20 cm.
- 07. Cielo raso enlucido con mortero cemento 1:3, terminado liso.
- 08. Tornillo de sujeción galvanizado 2 1/2" .
- 09. Perfil de aluminio natural 50x50 mm.
- 10. Puerta corrediza de aluminio color natural módulo
- 11. Vidrio claro e=6mm.
- 12. Revestimiento de piso tipo microcemento de alta resistencia, color gris, e=3mm.
- 13. Columna de hormigón armado 40x25 cm.
- 14. Revestimiento de piso tipo piedra andesítica martelinada de 60x30x3 cm.
- 15. Mortero cemento 1:3, e=1cm.
- 16. Viga de hormigón armado 40x20 cm, f'c=210kg/cm², fy=4200 kg/cm².
- 17. Losa de hormigón simple e= 7 cm, f'c=210kg/cm².
- 18. Malla de acero electrosoldada Ø=4mm, c/15cm.
- 19. Replanteo de piedra e=15 cm.
- 20. Relleno compactado con material de mejoramiento e=15cm.
- 21. Muro de cimentación.
- 22. Mampostería de piedra con mortero 1:4.



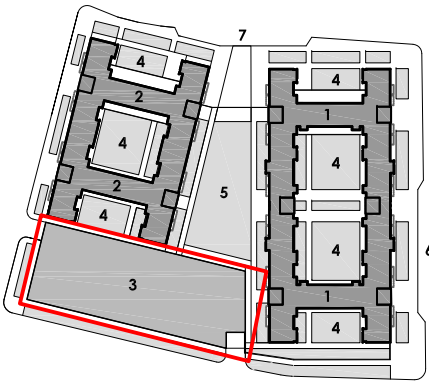


PLANTA ARQUITECTÓNICA - CUBIERTA VEGETAL PARQUEADERO



CORTE A - A - CUBIERTA VEGETAL Y PARQUEADERO

UBICACIÓN

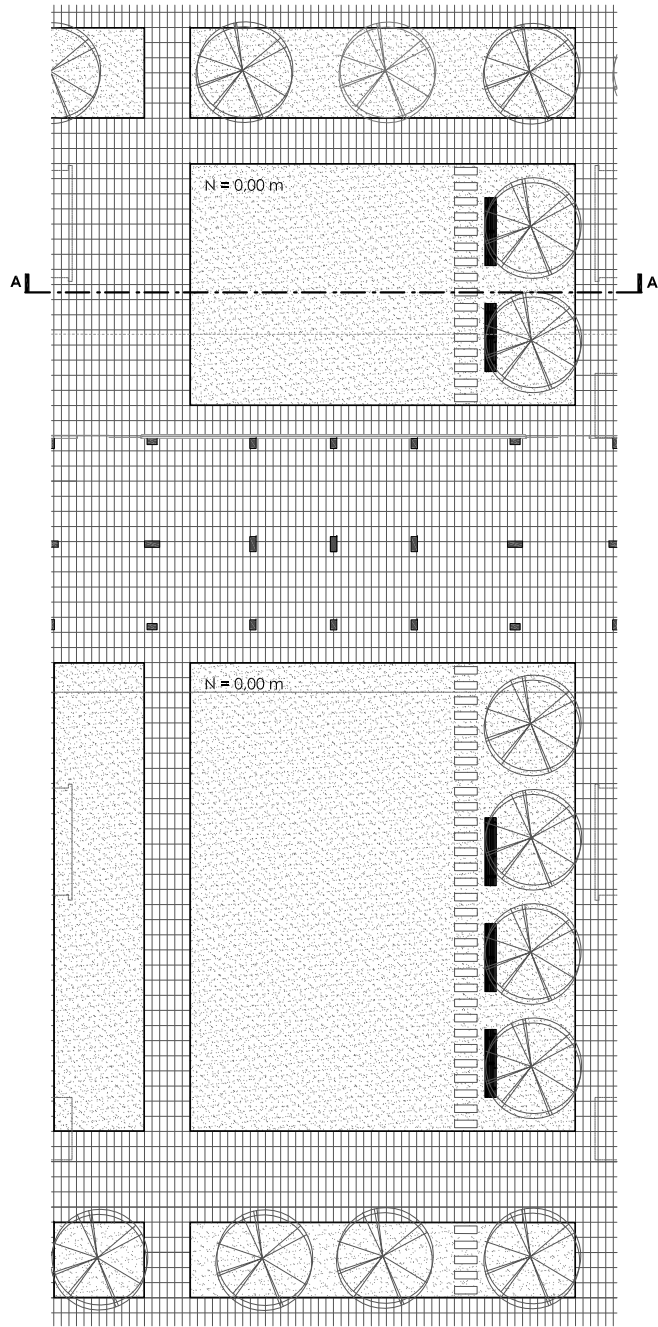


DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

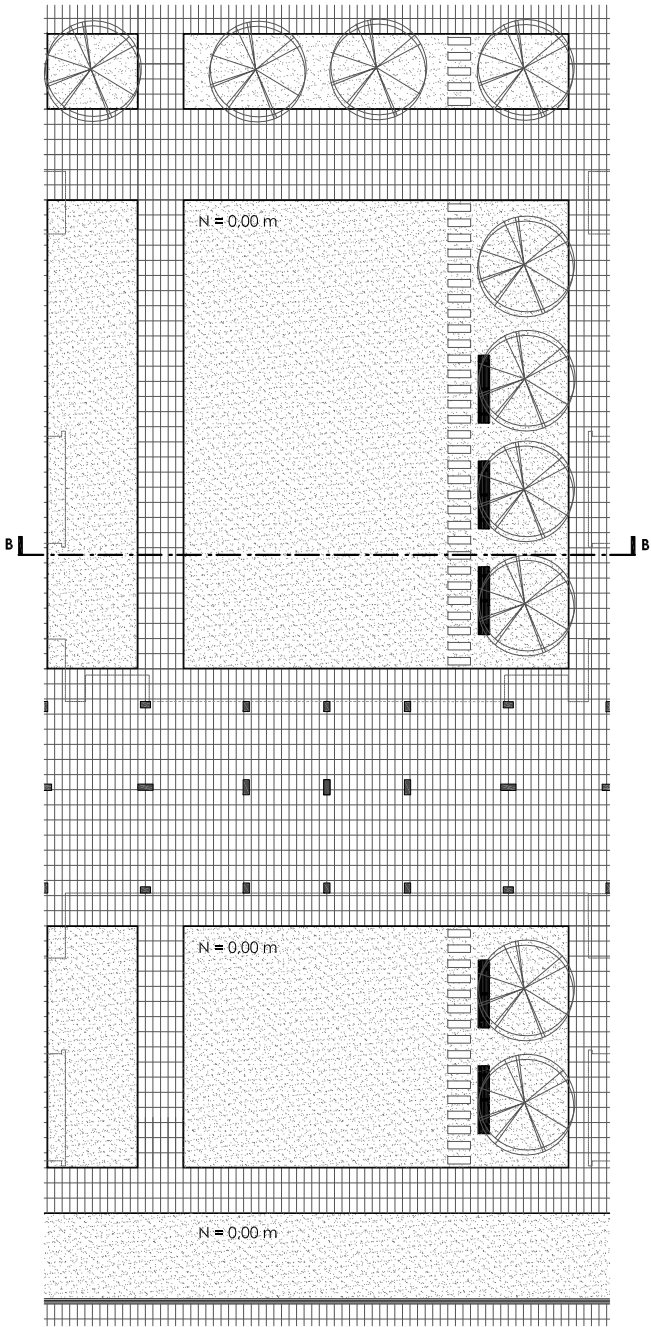
- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

\* Revisar detalle constructivo DT\_1 en la lámina 34.



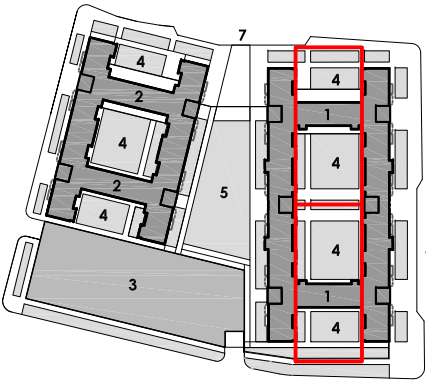


PLANTA BAJA - BLOQUE A - ESPACIO VERDE



PLANTA BAJA - BLOQUE A - ESPACIO VERDE

UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

\* Revisar detalle constructivo DT\_2 en la lámina 34.



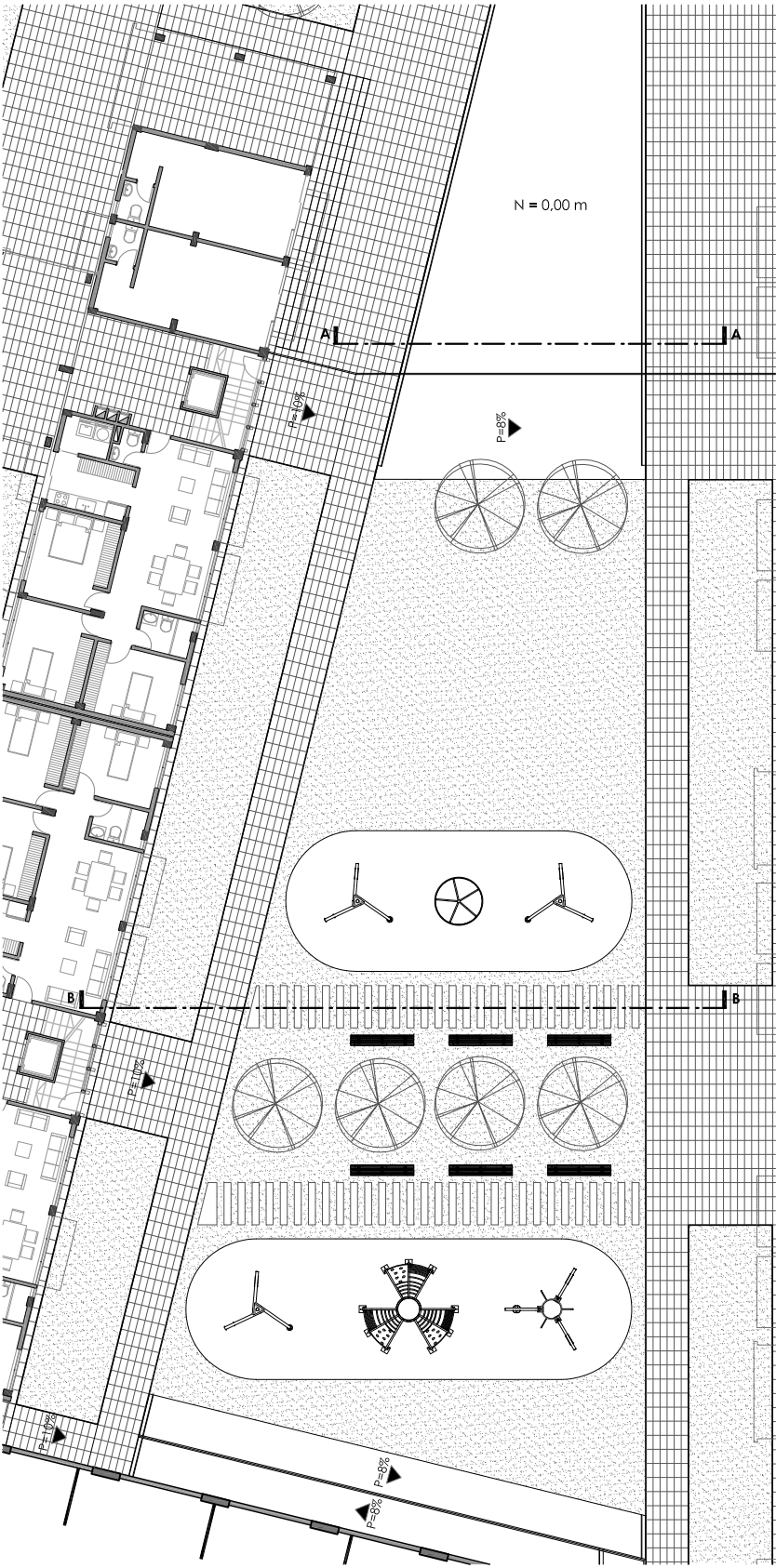
CORTE A - A - BLOQUE A - ESPACIO VERDE



CORTE B - B - BLOQUE A - ESPACIO VERDE

CONTENIDO  
Ubicación  
Planta baja - bloque A - espacio verde  
Corte A-A - Corte B-B - bloque A - espacio verde

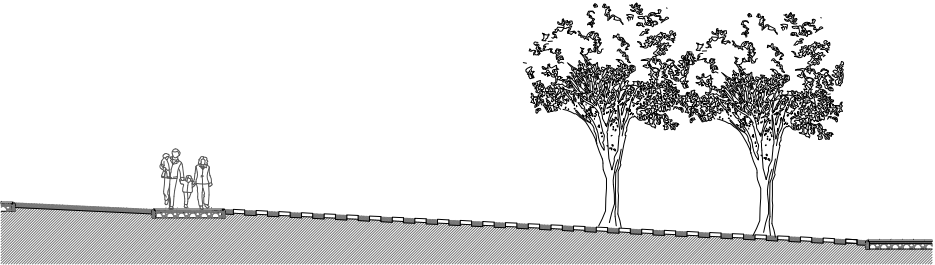
ESCALA  
1\_300-1\_200  
LÁMINA  
31/34



PLANTA BAJA - ÁREA VERDE, ARENEROS Y JUEGOS INFANTILES

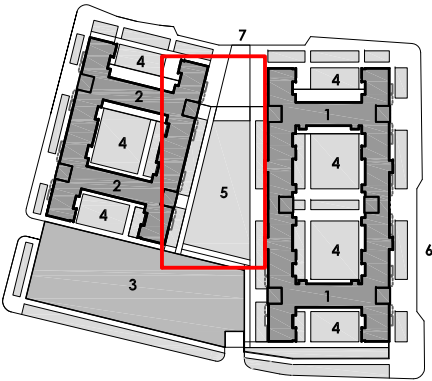


CORTE A - A - ÁREA VERDE, ARENEROS Y JUEGOS INFANTILES



CORTE B - B - ÁREA VERDE, ARENEROS Y JUEGOS INFANTILES

UBICACIÓN



DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

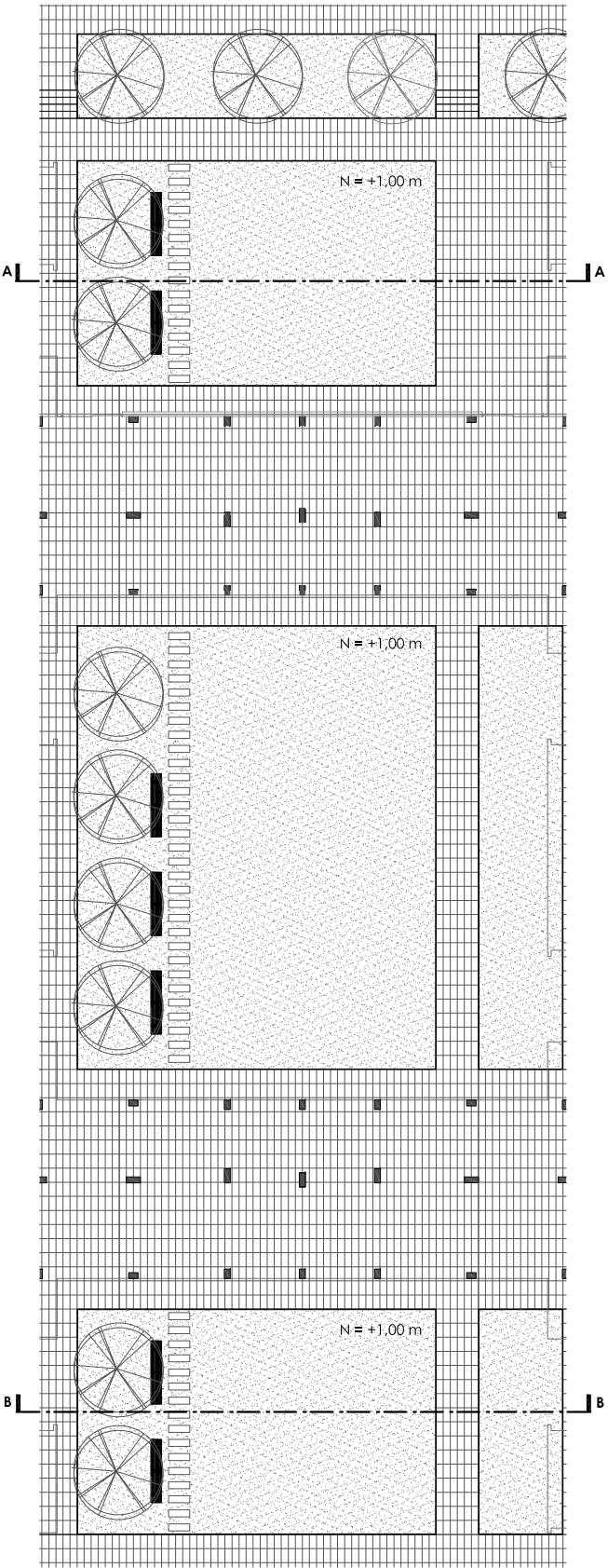
- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

\* Revisar detalle constructivo DT\_3 en la lámina 34.

CONTENIDO  
Ubicación  
Planta baja - área verde, areneros y juegos infantiles  
Planta baja - bloque A - propuesta

ESCALA  
1\_300-1\_200  
LÁMINA  
32/34





PLANTA BAJA - BLOQUE A - ESPACIO VERDE

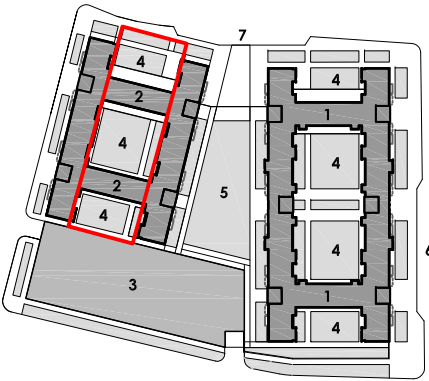


CORTE A - A - BLOQUE A - ESPACIO VERDE



CORTE B - B - BLOQUE A - ESPACIO VERDE

UBICACIÓN

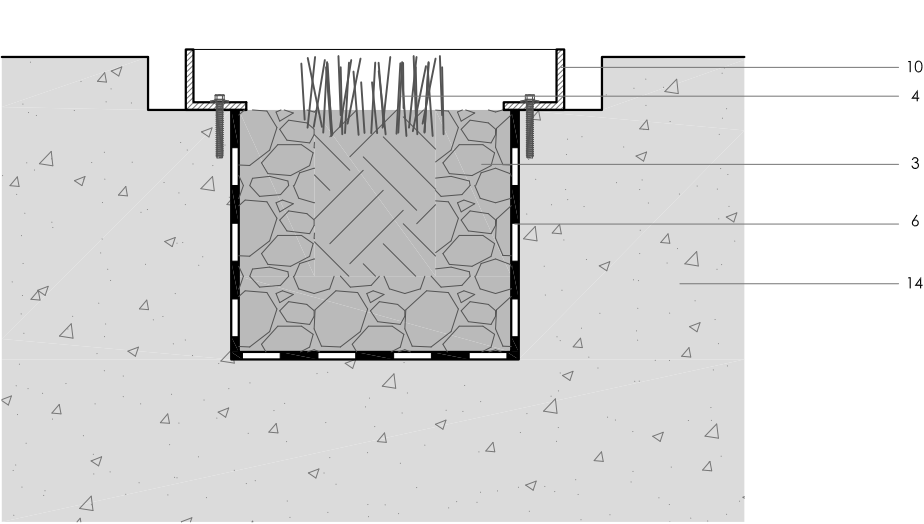


DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS

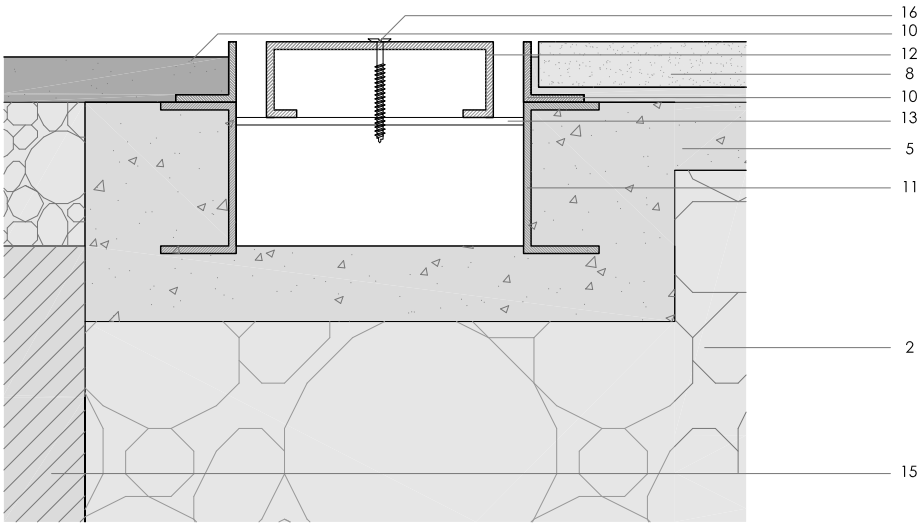
- 1. Bloque A.
- 2. Bloque B.
- 3. Bloque de parqueaderos y espacio de recreación biosaludable.
- 4. Áreas verdes.
- 5. Espacio de areneros y juegos infantiles.
- 6. Espacio de parada momentánea para buses.
- 7. Espacio de parqueo momentáneo para visitas.

CONTENIDO  
Ubicación  
Planta baja - bloque B - espacio verde  
Corte A - A - Corte B - B - bloque B - espacio verde

ESCALA  
1\_300-1\_200  
LÁMINA  
33/34



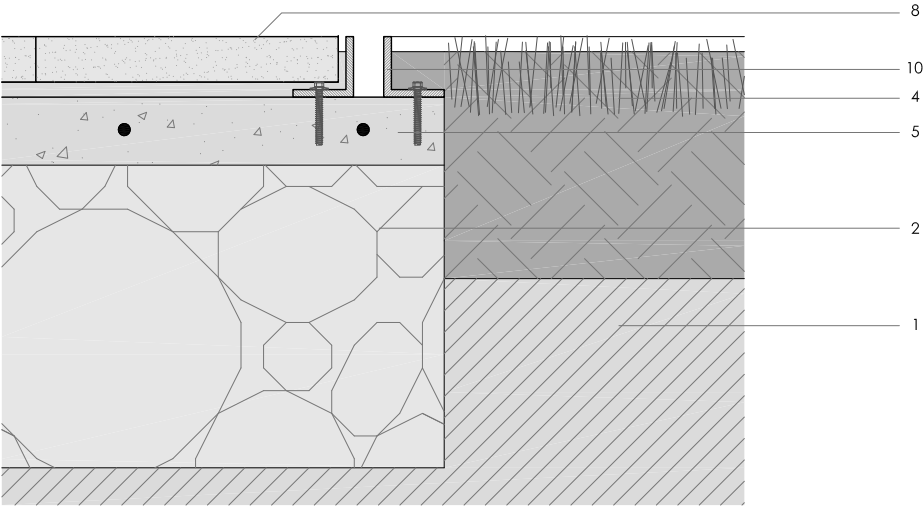
DT\_1



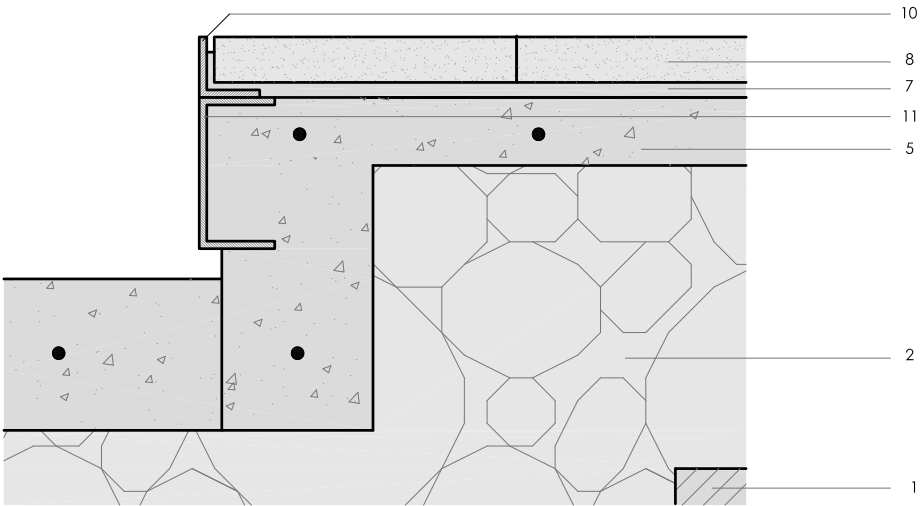
DT\_3

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

1. Terreno compactado.
2. Replanto de piedra (canto rodado) h = 20 cm.
3. Grava (filtrar agua) h = 10 cm, e = 2,5 cm
4. Corteza vegetal (kikuyo).
5. Chapa de compresión de hormigón h = 5 cm, con malla electrosoldada de acero R84, f'c = 6.240 kg/cm².
6. Impermeabilizante geomembrana de PVC.
7. Mortero de cemento arena 1 - 2. e = 15 mm
8. Recubrimiento de piedra andesita 60 x 30 x 3 cm.
9. Chapa de compresión de hormigón h = 3 cm, con malla electrosoldada de acero R84, f'c = 6.240 kg/cm².
10. Ángulo L de acero 4 x 4 cm x 4 mm e.
11. Perfil C de acero 10 x 5 cm x 4 mm e.
12. Perfil G de acero 15 x 5 x 2 cm x 4 mm e.
13. Platina de acero 30 x 3 cm x 4 mm e.
14. Losa de hormigón armado, f'c = 240 kg/cm².
15. Material de mejoramiento compactado h = 20 cm.
16. Tornillo cabeza plana allen DIN 7991 M8, 10 cm longitud.



DT\_2



DT\_4 - BORDILLO DE ACERA

CONTENIDO  
Detalles constructivos

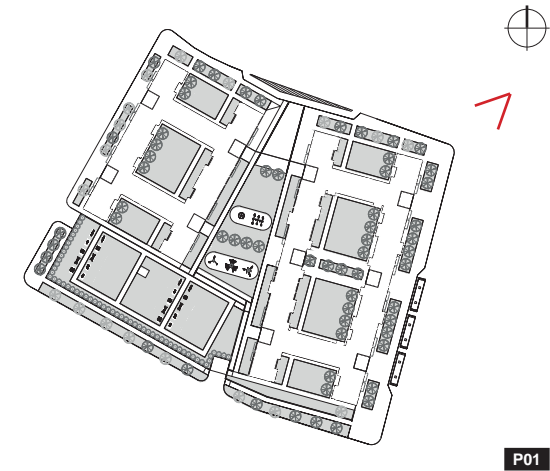
ESCALA  
1\_10  
LÁMINA  
34/34





# RENTERS

Anteproyecto  
Arquitectónico



P01



01

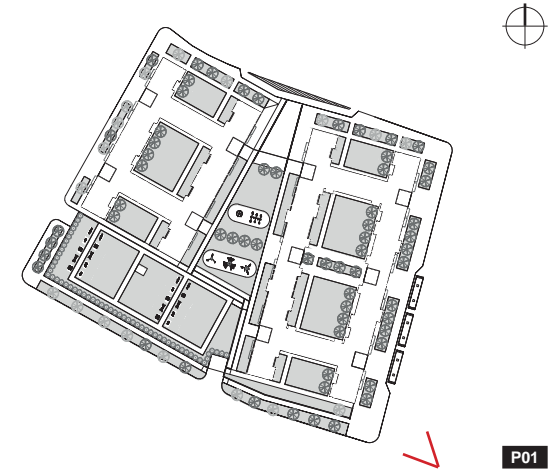
**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

**01:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. Fray Vicente Solano y Av. 12 de Abril. Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



02: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. Fray Vicente Solano y Av. 12 de Abril. Bloque A.



**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

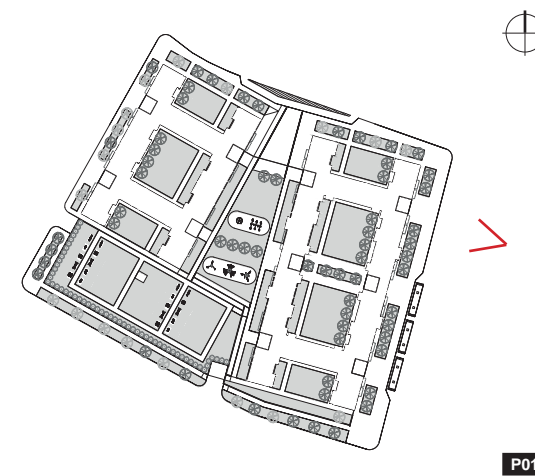
**03:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. Fray Vicente Solano y Calle Daniel Córdova. Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



04: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado la Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. Fray Vicente Solano y Calle Daniel Córdova. Bloque A.

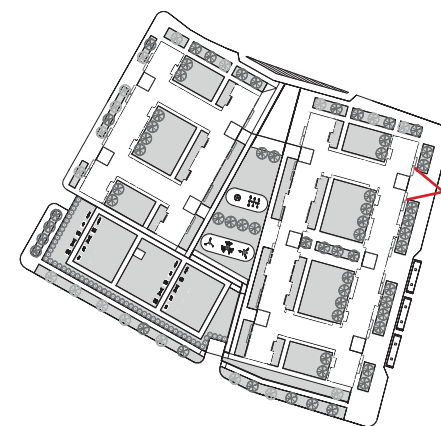




**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.  
**05:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.



06: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.



P01



07

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

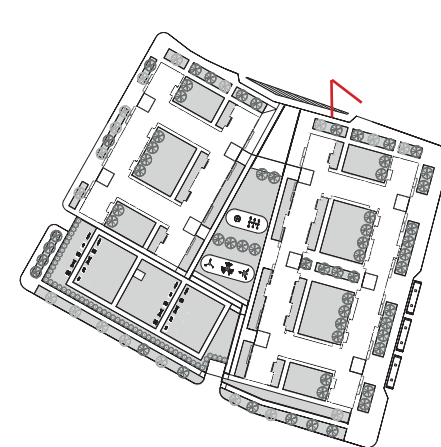
**07:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Circulación vertical, Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



08: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Circulación, Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.





P01



09

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

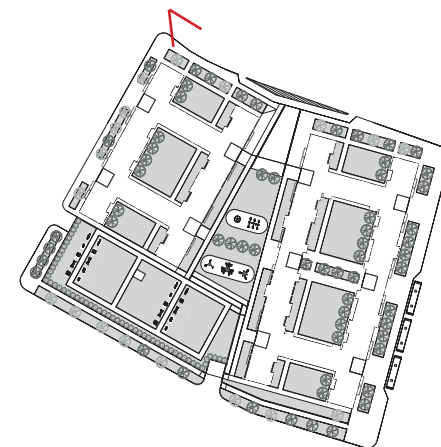
**09:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Accesos, Av. 12 de Abril. Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





10: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Accesos, Av. 12 de Abril. Bloque A.



P01



11

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

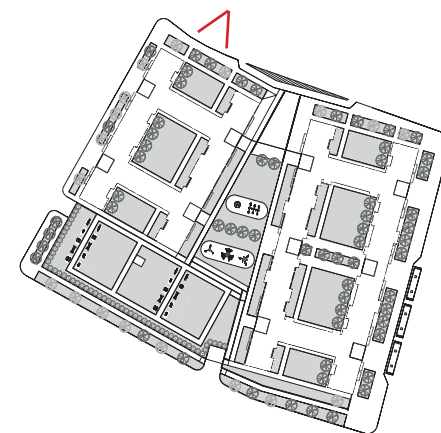
**11:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Av. 12 de Abril.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



12: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Av. 12 de Abril.





P01



13

**P01:** Ubicación en el emplazamiento de la fotografía y el render.

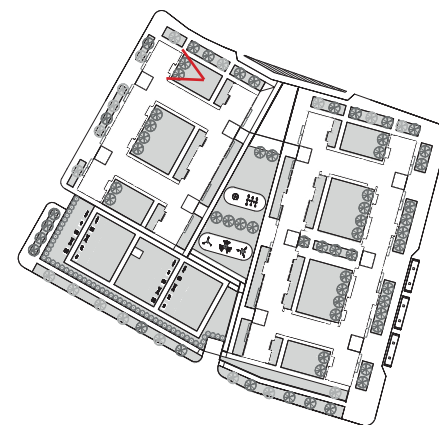
**13:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Accesos, Av. 12 de Abril. Bloque B.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



14: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Accesos, Av. 12 de Abril. Bloque B.





P01

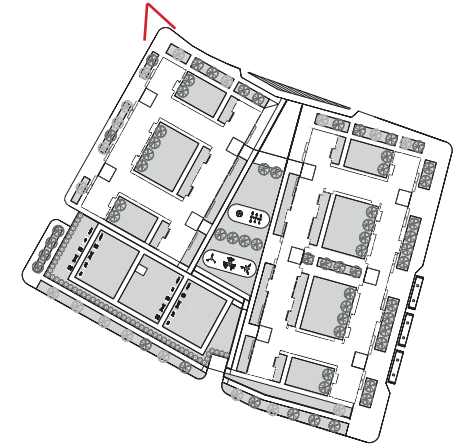


15

P01: Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.  
15: Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Bloque B.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





P01



17

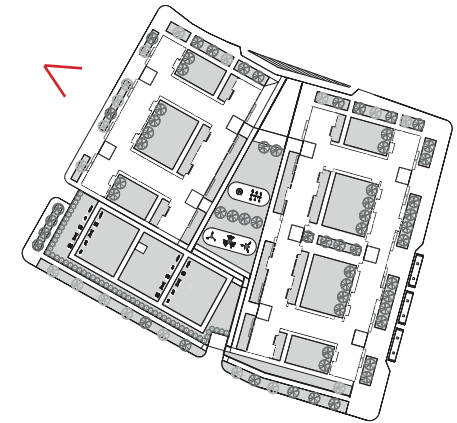
P01: Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

17: Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. 12 de Abril y Calle Benjamín de la Cadena. Bloque B.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



18: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina de la Av. 12 de Abril y Calle Benjamín de la Cadena. Bloque B.



P01



19

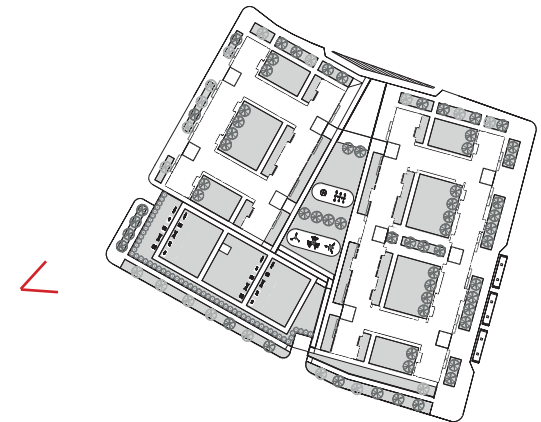
**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

**19:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Calle Benjamín de la Cadena. Bloque B.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE







P01



21

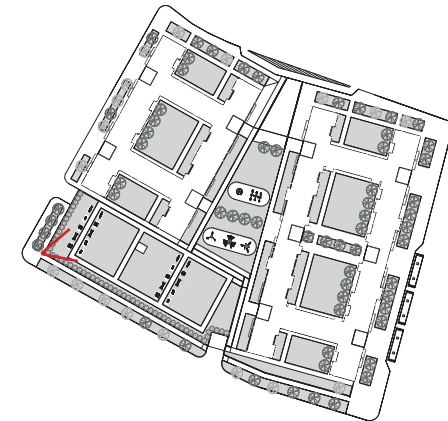
**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

**21:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina Calle Daniel Córdova y Calle Benjamín de la Cadena.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



22: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Esquina Calle Daniel Córdova y Calle Benjamín de la Cadena.



P01



23

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

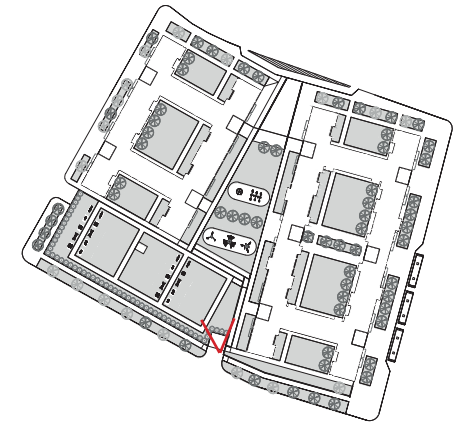
**23:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE









P01



25

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

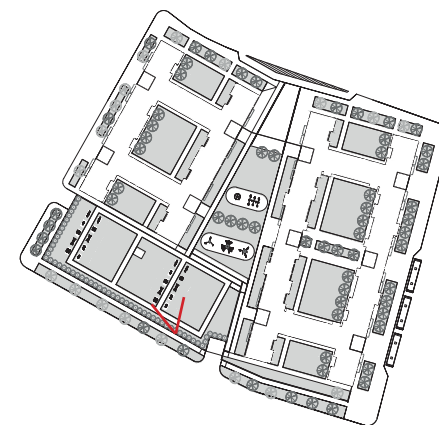
**25:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



26

26: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Cubierta vegetal y recreativa del parqueadero.



P01



27

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

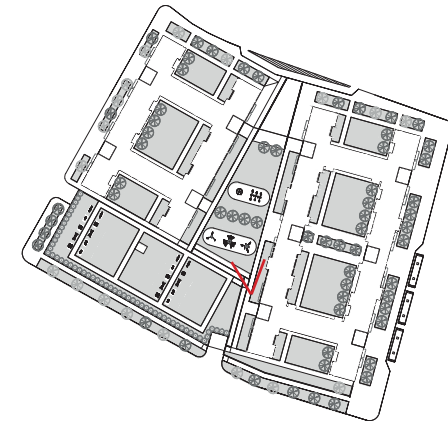
**27:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





28: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Cubierta vegetal y recreativa del parqueadero.



P01



29

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

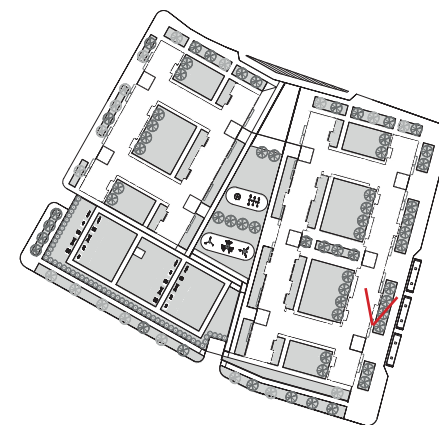
**29:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde y parqueadero entre bloques.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





30: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde y juegos infantiles.



P01



31

**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

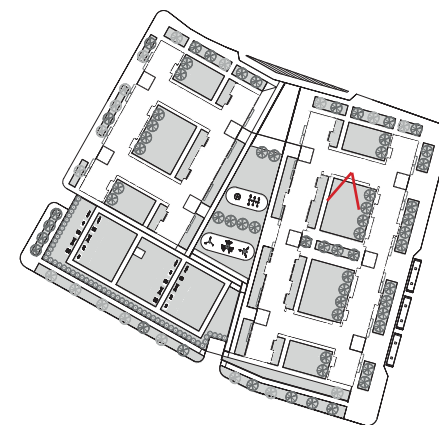
**31:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Circulación exterior de locales comerciales, Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





32: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Circulación exterior de locales comerciales, Av. Fray Vicente Solano. Bloque A.



P01



33

P01: Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

33: Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Parqueadero interior del Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

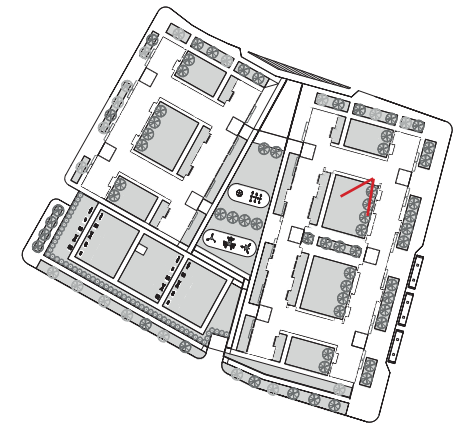




34

34: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde interior del Bloque A.





P01



35

P01: Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

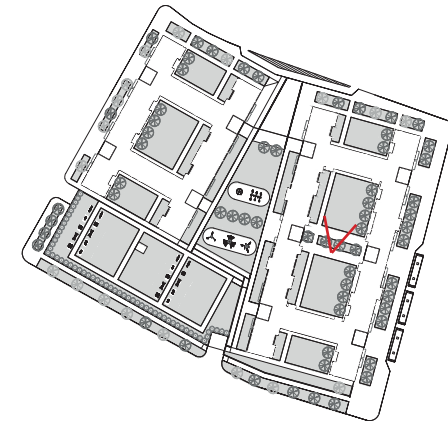
35: Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Parqueadero interior del Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



36

36: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde interior del Bloque A.



P01



37

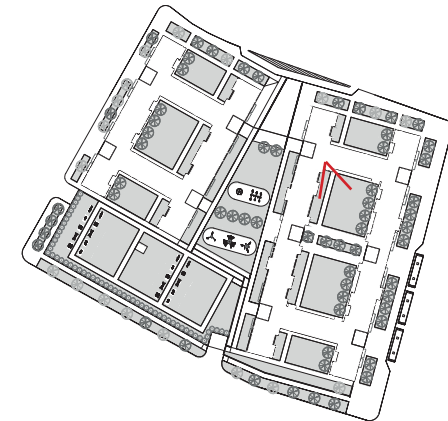
**P01:** Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

**37:** Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Parqueadero interior del Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE







P01



39

P01: Ubicación en emplazamiento de la fotografía y el render.

39: Estado actual del Complejo de Multifamiliares del IESS. Parqueadero interior del Bloque A.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





40: Render de la propuesta del anteproyecto arquitectónico realizado al Complejo de Multifamiliares del IESS. Área verde interior del Bloque A.



## **CRÉDITO DE REDIBUJOS**

**P01.** Dibujo: Autores.

## **CRÉDITO DE FOTOGRAFÍAS**

**01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15, 17, 19.**

Fuente: Autores.

## **CRÉDITO DE RENDERS**

**02, 04, 06, 08, 10, 12, 14, 16, 18, 20.**

Fuente: Autores.





## **CONCLUSIONES**







El Complejo de Multifamiliares del IESS constituye el origen del cambio en la tipología de vivienda en la ciudad de Cuenca durante los años setenta, responde a los criterios racionalistas de la arquitectura moderna y actualmente se lo ubica dentro del Plan Especial de Urbanismo de El Ejido como un hito urbano de interés social.

La obra fue financiada y construida por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), como parte de los proyectos de vivienda que impulsó el gobierno ecuatoriano con el fin de solventar el déficit habitacional de la época y destinada para personas con bajos ingresos económicos. Sin embargo, fue ocupada en su mayoría por familias pertenecientes a clase media de la ciudad, quienes obtuvieron el financiamiento público con cierta rapidez para adquirir los departamentos y locales comerciales.

Para lograr identificar los problemas de confort térmico, lumínico y visual en el Complejo de Multifamiliares del IESS, se utilizaron tres procesos de análisis.

El primer análisis se basó en una encuesta con dos fichas previamente elaboradas, con las que se determinó de manera general la confortabilidad, la sustentabilidad y la habitabilidad en las residencias del complejo, así como en los diferentes espacios comunes y exteriores. Concluyendo que existe una deficiencia en el número de parqueade-

ros, falta de organización administrativa, la cual origina un nulo equipamiento comunal, una alteración desordenada en las fachadas y en el interior de los departamentos.

El segundo análisis consistió en la simulación térmica y lumínica del Complejo de Multifamiliares en los periodos desfavorables del año como son los solsticios, equinoccios, considerando también los meses más fríos y más calurosos determinados mediante los datos proporcionados por la Estación Meteorológica del Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca. Para ello se utilizó el programa de análisis denominado Autodesk Ecotect Educational, que tiene como finalidad la optimización del consumo energético de edificios existentes y de nuevos diseños.

La simulación térmica y lumínica se realizó en los departamentos desfavorables identificados mediante su emplazamiento y con ayuda de los resultados de las encuestas previamente realizadas. En cuanto al confort térmico, según los resultados obtenidos en la simulación no fue necesario implementar estrategias pues los niveles térmicos se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Capítulo 13. Mientras que en el confort lumínico se encontraron problemas en los vestíbulos, caja de ascensor, cocina, dormitorios y baño de servicio, los cuales no cuentan con los niveles lumínicos



que recomienda la norma.

El tercer análisis se realizó mediante el registro directo de datos climáticos en el Complejo de Multifamiliares, se consideraron zonas tales como la planta baja, que presenta condiciones de sombra, todos los departamentos tipo en la misma ubicación vertical, de esta manera se determinó la variación térmica, lumínica y visual con respecto a los pisos inferiores. Para el registro de datos se utilizó el luxómetro, anemómetro, higrómetro y termómetro marca TESTO, cuyos resultados fueron indicadores para plantear estrategias constructivas en zonas que necesiten intervención. Se realizaron la mediciones en el mes de septiembre (equinoccio de otoño), considerado uno de los meses más fríos del año en nuestra ciudad, encontrando deficientes niveles lumínicos en los vestíbulos, caja de ascensor, cocina, dormitorios y baño de servicio.

Una vez identificados los problemas lumínicos y visuales del complejo a través de los procesos de análisis antes mencionados se plantearon estrategias para su mejoramiento.

La construcción de un muro cortina en la caja de gradas que elimina los obstáculos existentes debido a que todos sus componentes vistos son precisos y obedecen a motivos funcionales y constructivos de tal forma que permita el ingreso de ilumina-

ción natural a esta zona utilizando un doble acristalamiento con cámara de aire (*ver cap. 06 - L01*), de esta manera se mantiene la resistencia térmica de la ventana y que aportará con el aislamiento acústico. En cuanto al ducto de ascensor se propuso la apertura y construcción de un ascensor panorámico de vidrio el mismo que ilumine los vestíbulos interiores del bloque permitiendo el paso de la luz natural hacia el interior (*ver cap. 06 - L12*). Y para complementar se propuso elegir colores, tomando en cuenta dos factores la temperatura del color y el índice del rendimiento para los diferentes ambientes, por ejemplo el blanco (5000 °K) que permite una mejor eficiencia, seguridad y bienestar a sus usuarios.

Con respecto al interior de los departamentos, se planteron estrategias que mejoren las condiciones lumínicas y visuales proyectando cambios que aporten habitabilidad y confortabilidad de sus usuarios.

## COCINA

Se propuso una reorganización espacial con el objetivo de llegar a alcanzar los niveles lumínicos óptimos para este espacio, se eliminaron tabiques para que exista el ingreso directo de luz natural, además se consigue que la cocina se integre a los demás ambientes interiores como la sala y comedor (*ver cap. 06 - lám. 01, 02, 03, 04*).



## DORMITORIO Y BAÑO DE SERVICIO

Fue posible identificar en todas las tipologías de departamentos que estos espacios no son utilizados con este propósito, y adicionalmente a ello no cumplen con las dimensiones establecidas por la normativa vigente de la ciudad. Para ello se propuso espacios que brinden mejores condiciones de habitabilidad a los residentes, como es el caso de una lavandería y un baño social, lo que permitió que el balcón quede como un espacio libre de obstáculos (eliminación de lavador original), además se consiguió que cada departamento cuente con una zona de secado eliminando los sitios de secado de la terraza (*ver cap. 06 - lám. 01, 02, 03, 04*).

## DORMITORIO HIJO

En el dormitorio con deficiencia de iluminación se especificó que la fachada existente impide el ingreso de luz natural debido a su disposición actual de vanos, por lo que algunos propietarios de manera desordenada han optado por abrir ventanas en la fachada; para evitar este desorden en la forma de la edificación se propuso abrir un vano que permita cumplir con los niveles lumínicos óptimos respetando la morfología de la edificación. Además se analizaron las dimensiones de los espacios habitables del conjunto para comprobar si los diferentes espacios cumplen con las dimensiones establecidas por la normativa vigente y se lle-

gó a la conclusión que en la tipología D (*ver cap. 06 - lám. 04*) uno de los dormitorios no cumple con las dimensiones mínimas (*ver cap. 05 - Art. 67*), para lo cual se propuso desplazar los tabiques interiores para obtener las dimensiones recomendables.

## MEJORAMIENTO COLECTIVO

Como parte del mejoramiento colectivo del complejo y teniendo en cuenta el escaso mantenimiento con el que cuenta la edificación se plantearon estrategias que solucionen problemas a largo plazo, como la implementación de goterones en todas los niveles, de esta manera se intenta evitar daños por el agua en las fachadas, la impermeabilización de la losa de cubierta para evitar filtraciones de agua en la última planta, la sustitución de la carpintería metálica actual por una de aluminio o PVC que brinde mejores ventajas térmicas y acústicas, además no se oxidan ni cambia de color y tiene una mejor adaptación con el vidrio, utilizando un vidrio de 6 mm. que aportará al confort térmico, lumínico y visual y acústico.

También es necesario una mejor organización administrativa dentro del complejo con la finalidad de contar con un modelo de gestión que a través de alícuotas o contribuciones puedan ayudar a la conservación y mantenimiento del mismo.

La propuesta de generar en los vestíbulos



espacios abiertos, posibilita un mayor flujo peatonal, además de lograr una continuidad visual con los espacios aledaños, también se propuso rehabilitar los ductos de basura que actualmente no son utilizados permitiendo facilitar la recolección y traslado de desechos sólidos hacia los depósitos de recolección en la zona.

Todas estas estrategias planteadas reducen el consumo de recursos energéticos de la edificación debido a que los usuarios durante el día ya no tendrán la necesidad de encender la luz artificial y tampoco necesitarán de sistemas de calefacción.

Para cumplir con el último objetivo planteado en el que se trata de integrar espacialmente el edificio con el contexto urbano de la ciudad, se propuso mejorar los espacios exteriores planteando la reubicación de locales comerciales, apertura de zonas que aporten al confort lumínico y visual, como a la continuidad visual y espacial del conjunto, incremento de número de parqueos, espacios verdes y zonas de descanso, de ejercicio y recreativas.

### **LOCALES COMERCIALES**

Se planteó una reorganización de los locales comerciales, con la finalidad de identificar claramente la parte comercial de la parte destinada a la vivienda, además de generar a lo largo de la Av. Fray Vicente So-

lano y la Calle Benjamín de la Cadena un portal que ayuda a la vinculación entre lo público y lo privado, mejorando el ingreso a los locales comerciales, a través de una fachada transparente y con la distinción entre la parte comercial y la parte residencial.

### **PARQUEADERO**

Se planteó eliminar los parqueaderos superficiales existentes del conjunto, convirtiendo estas zonas en espacios verdes y recreativos, garantizando el área verde por residente como recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los parqueos vehiculares se solucionaron con la proyección de un parqueadero subterráneo de dos plantas en el área verde posterior al bloque B del Complejo de Multifamiliares, de esta manera se cumple con el número de parqueaderos necesarios por departamento. En la parte superior del parqueadero se propuso un espacio verde con juegos biosaludables y mobiliario urbano para los residentes del complejo, para la realización de ejercicios y para que cuenten con espacios de estar al exterior.

El parqueadero de visitas se ubicó en la Av. 12 de Abril, con una mejor distribución vehicular para el embarque y desembarque de los visitantes que al ingresar podrán tener una clara lectura del complejo con una correcta circulación al interior. Además se planteó en la Av. Fray Vicente Solano una





bahía de estacionamiento momentánea para vehículos de transporte público, con la finalidad de evitar la interrupción del tráfico vehicular y facilitando el acceso de los usuarios del transporte público.

### **ÁREAS VERDES Y RECREATIVAS**

Para el mejoramiento del confort lumínico y visual de las zonas comunes del complejo fue necesario crear espacios que ayuden a elevar los niveles lumínicos de las diferentes zonas. En planta baja se reubicaron los locales comerciales paralelos a la Av. 12 de Abril con la finalidad de implementar zonas artísticas culturales y de reunión, también la eliminación de la sala comunal que no es utilizada y la reubicación de dos departamentos en planta baja quedando libre el sistema estructural y permitiendo la integración espacial y visual de los diferentes espacios verdes propuestos con el equipamiento adecuado para satisfacer las necesidades de los residentes del complejo.

Cumpliendo con los objetivos planteados, el resultado del mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual, se puede apreciar en la nueva imagen que aporta positivamente al entorno próximo, además de regirse a la normativa vigente local y elevando las condiciones de habitabilidad y confortabilidad de todos sus usuarios.

Entonces podemos concluir que la pro-

puesta realizada sobre el Complejo de Multifamiliares del IESS satisface las necesidades para todos sus residentes, brindando espacios confortables en el interior de sus departamentos, además de convertirse en espacios completamente habitables y cómodos. Incorporando también espacios de encuentro, descanso, recreación y ejercicio, que permitan la integración de las personas que habitan en el complejo e incluso de quienes lo visitan.

Finalmente, es completamente factible realizar intervenciones de carácter climático en edificios existentes, sin que esto implique el derrocamiento del mismo o un gasto económico elevado, garantizando así la reducción del consumo energético y de recursos, cuya principal finalidad es brindar confortabilidad y habitabilidad de sus residentes.



# ANEXOS

Simulaciones

Registro de datos





## GENERALIDADES

En esta sección de anexos se incorporan todos los gráficos y resultados de las simulaciones térmica y lumínica realizadas con el programa Autodesk Ecotect Educational del Complejo de Multifamiliares del IEES. Además, se incluyen todos los resultados del registro de datos de los espacios seleccionados de los departamentos y espacios comunes del conjunto como los vestíbulos. Es importante indicar que estos gráficos de simulaciones así como las tablas de valores no han sido incluidos en el Capítulo 05 de análisis y diagnóstico del Complejo de Multifamiliares del IEES, pero han sido utilizados para determinar los diferentes problemas de confort con los que cuenta el conjunto.

En cuanto a la simulación térmica, ésta se realizó para los mismos departamentos seleccionados en el registro de datos, durante los días 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre (los meses más desfavorables climáticamente durante el año). La simulación lumínica se realizó en cada bloque considerando la planta baja, la primera y cuarta planta alta, el 21 de junio (solsticio).

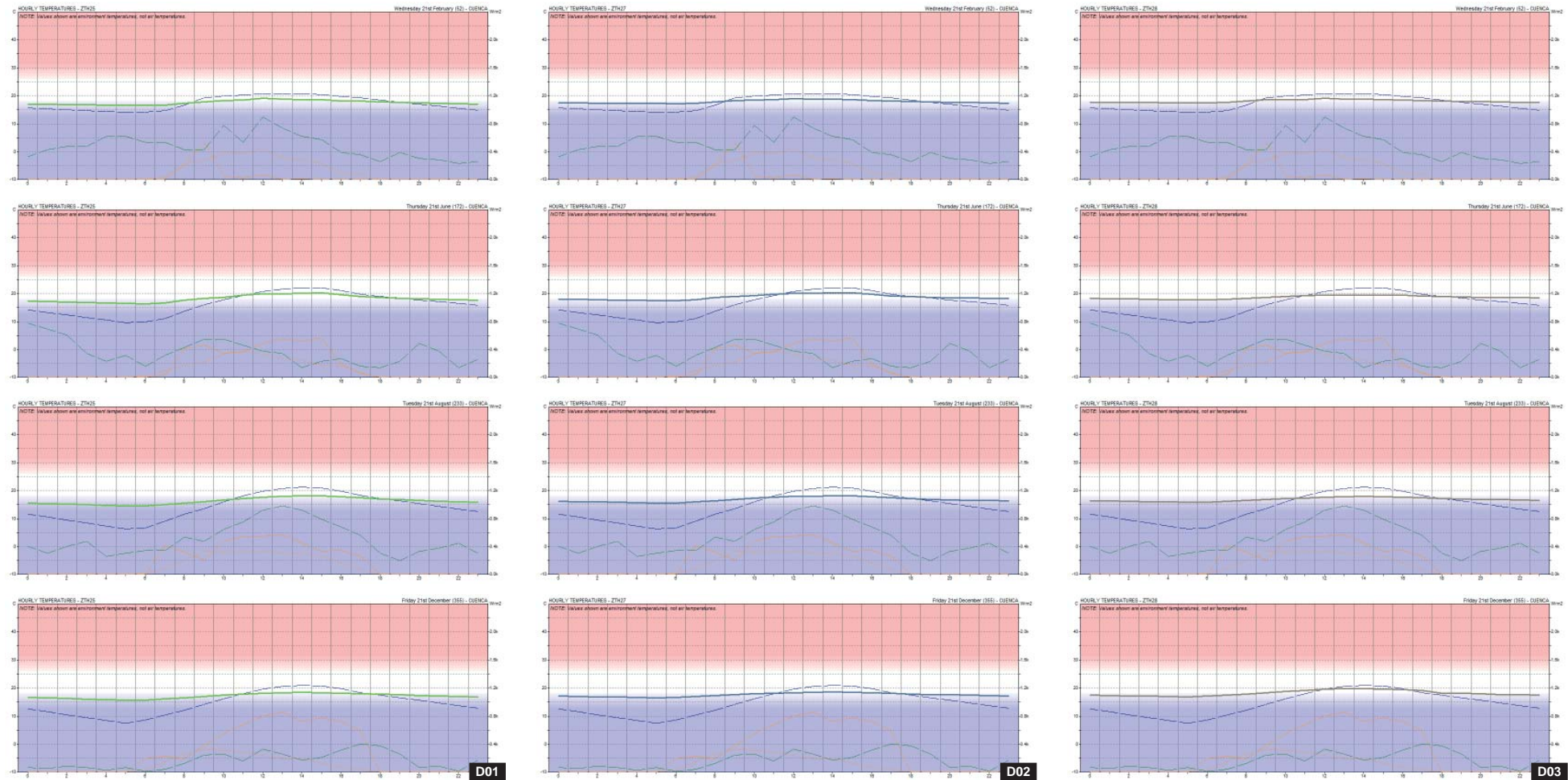
El registro de datos se realizó para tres

departamentos tipo por bloque considerando cada planta, además, se tomó en cuenta para ello su emplazamiento dentro del conjunto, de esta manera se buscaba conseguir un registro más amplio de los valores climáticos que nos permitan determinar los problemas del complejo y así poder ofrecer diferentes estrategias para su solución.



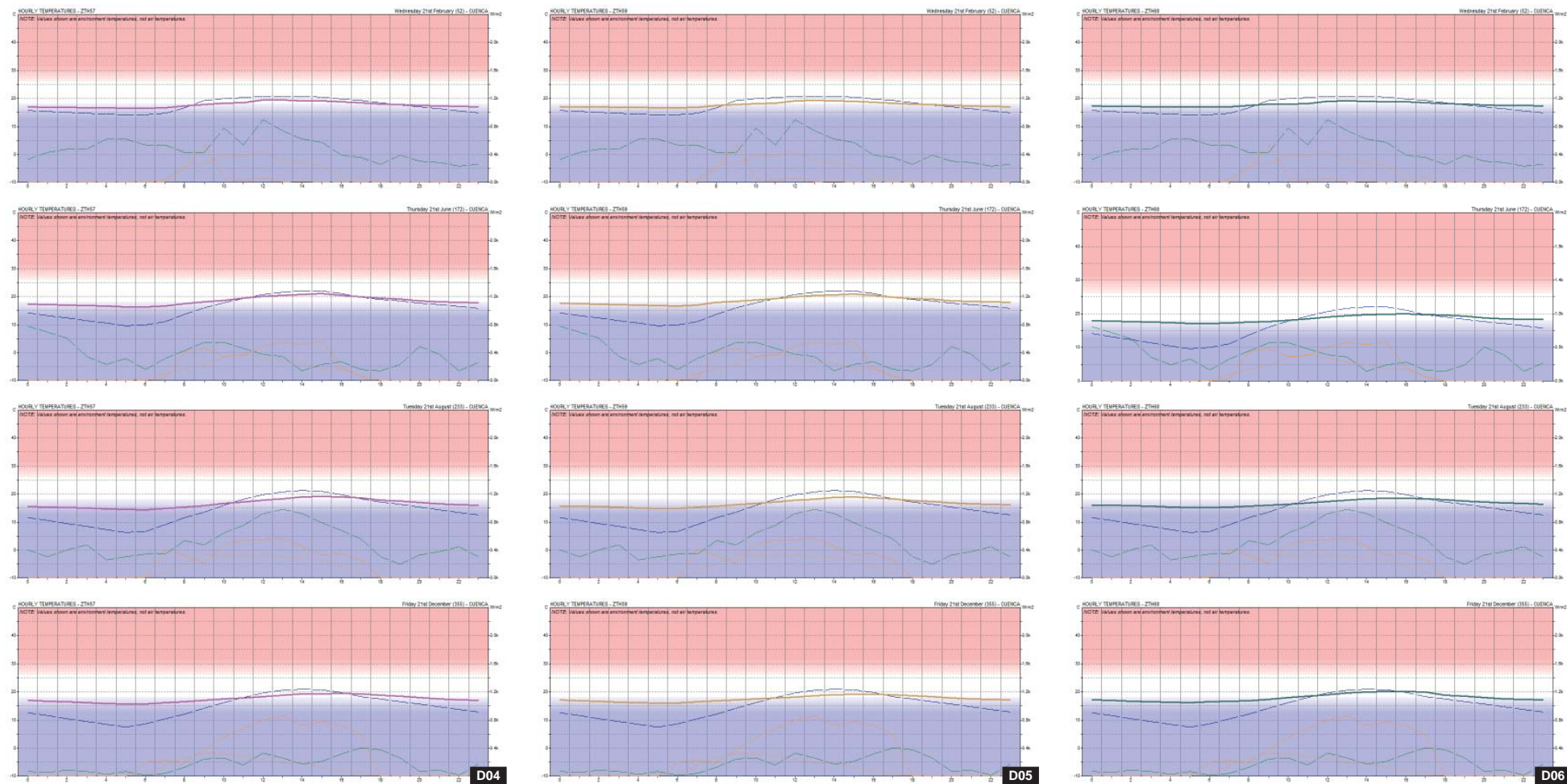


## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO B



- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO B

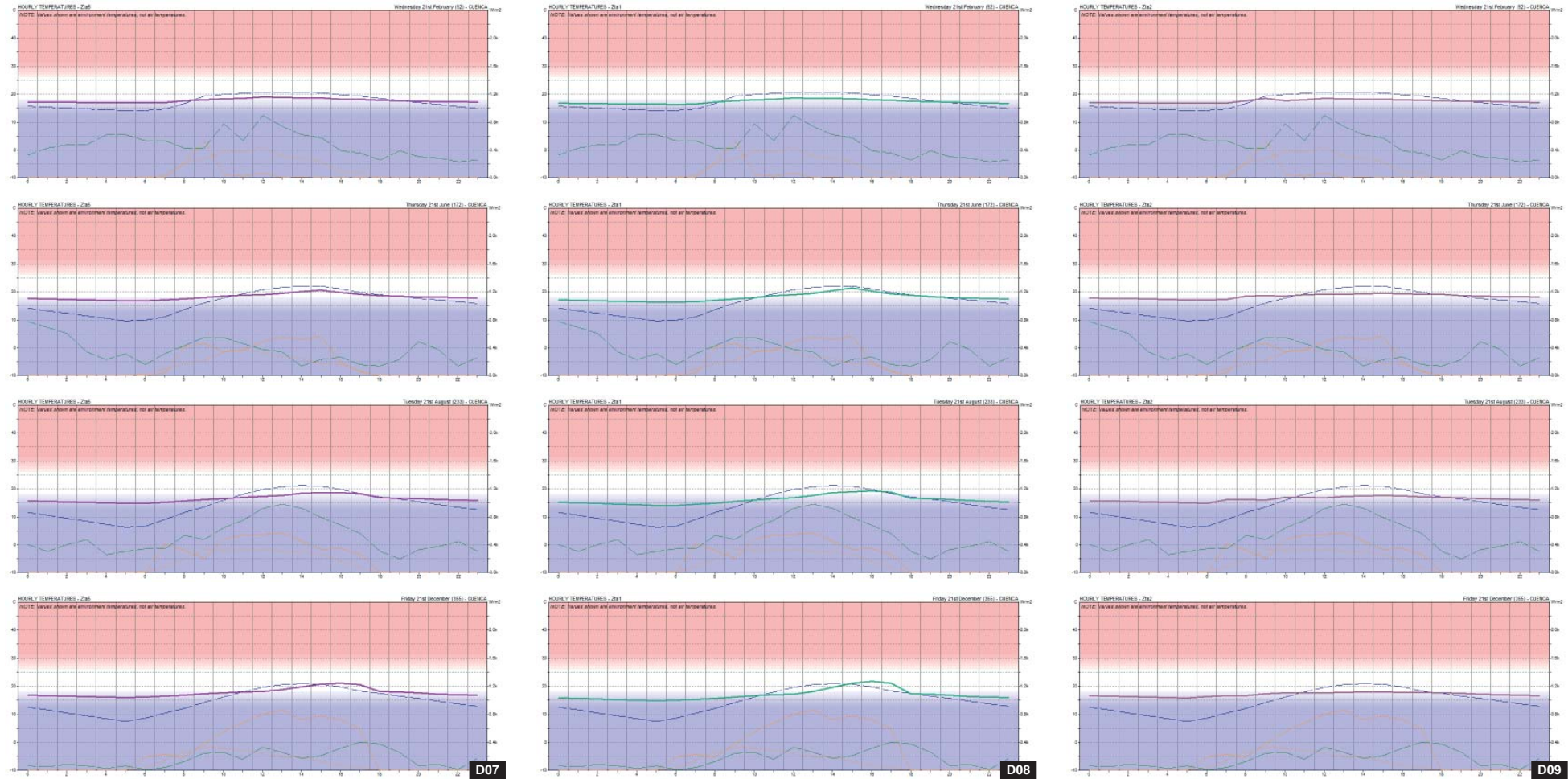


- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

**D04:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque A.  
**D05:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque A.  
**D06:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque A.

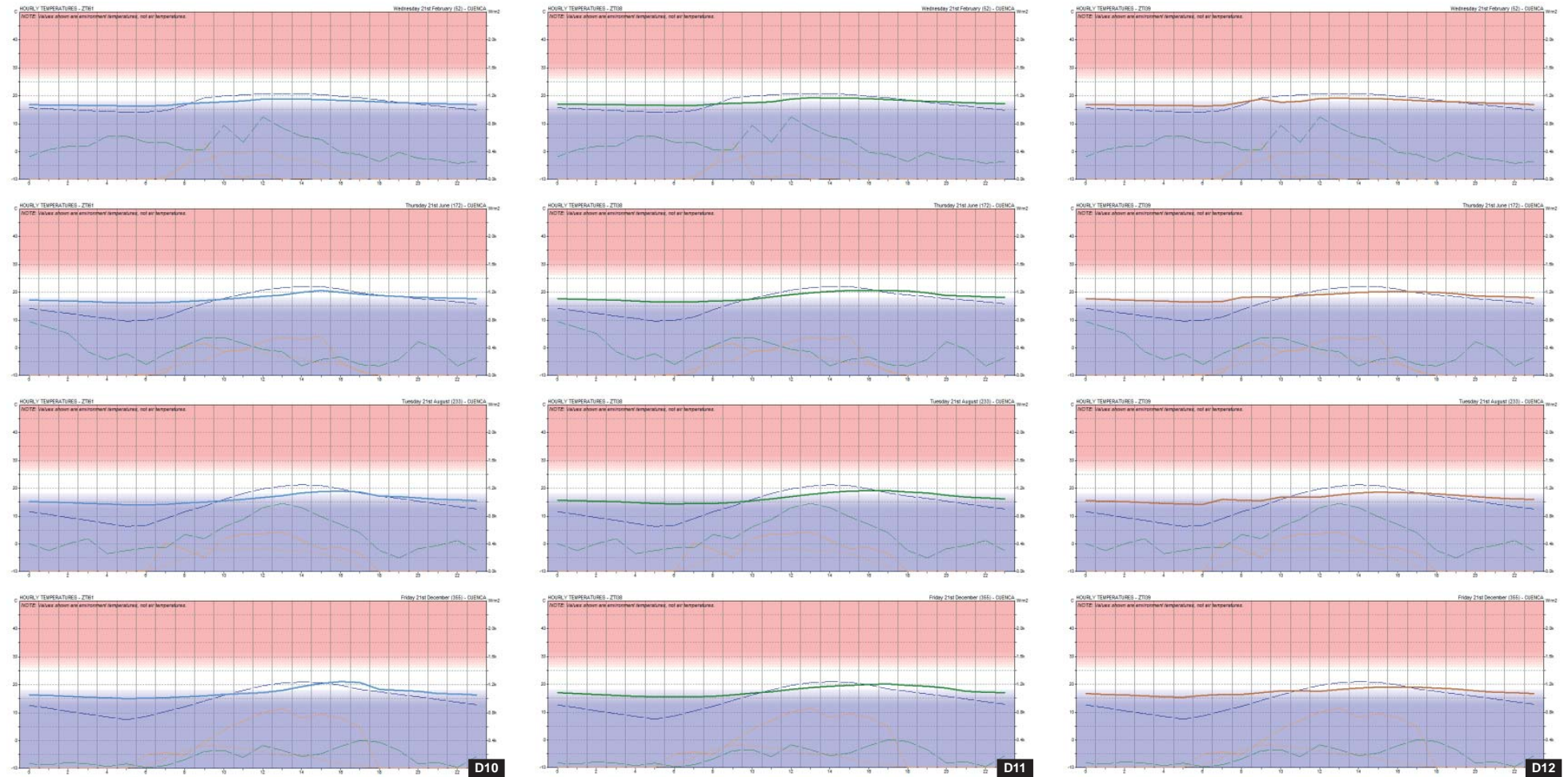


## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO D





## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO D

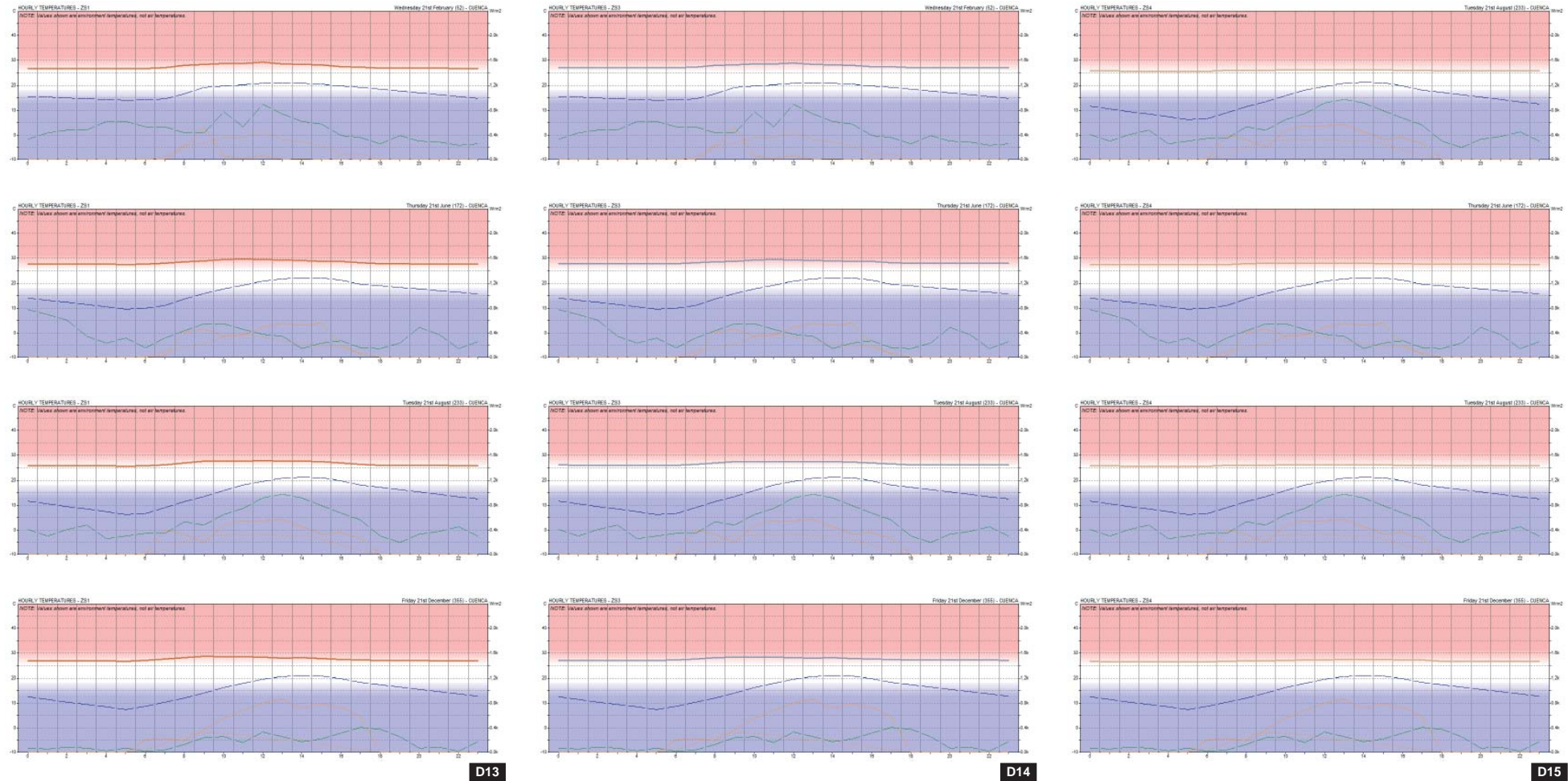


- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

**D10:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo D, cuarta planta alta, bloque A.  
**D11:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo D, cuarta planta alta, bloque A.  
**D12:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo D, cuarta planta alta, bloque A.



## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO C



- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

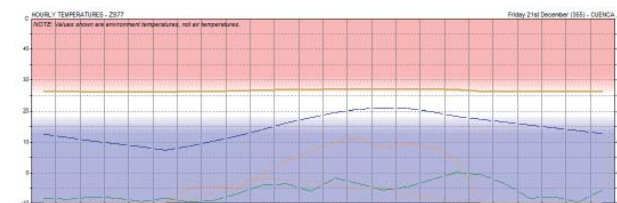
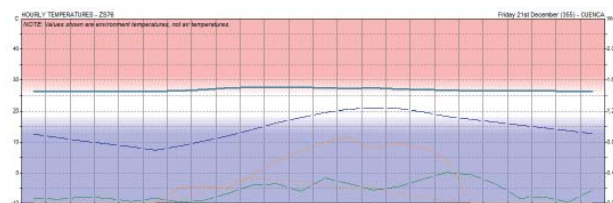
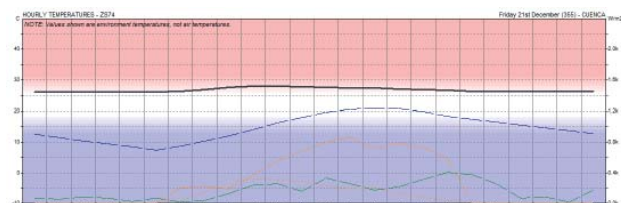
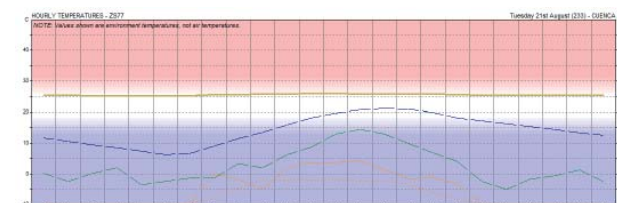
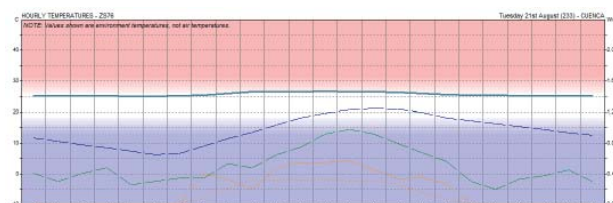
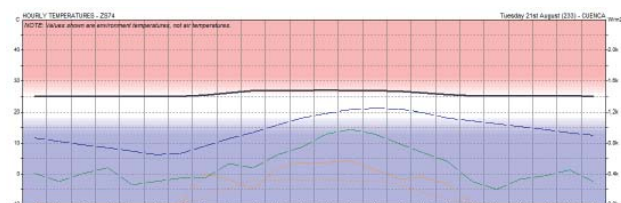
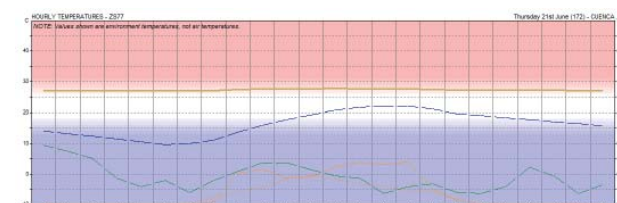
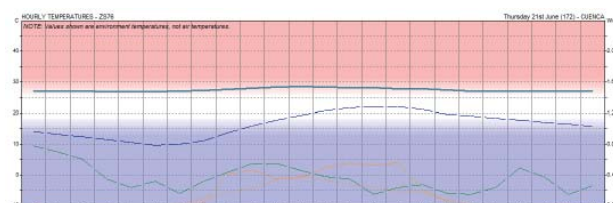
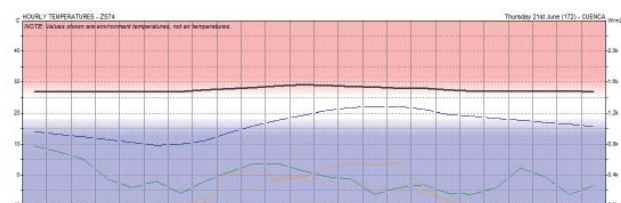
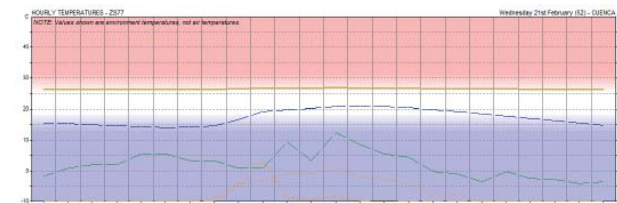
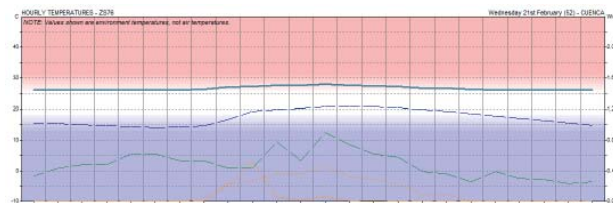
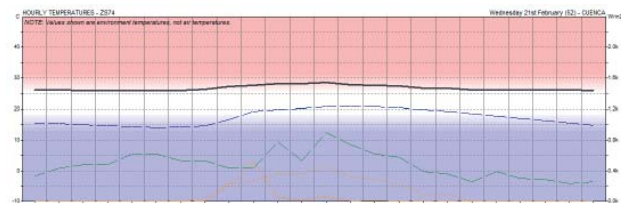
**D13:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo C, primera planta alta, bloque B.

**D14:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo C, primera planta alta, bloque B.

**D15:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo C, primera planta alta, bloque B.



## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO C



D16

D17

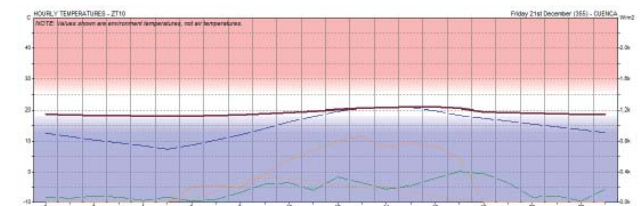
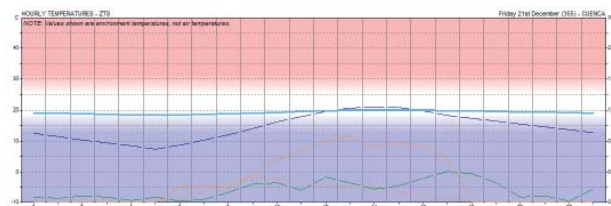
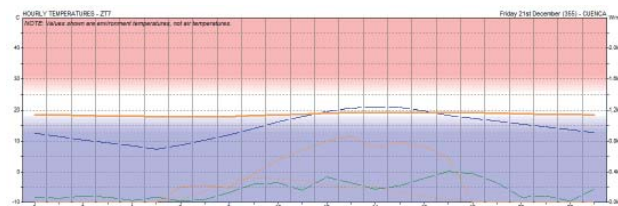
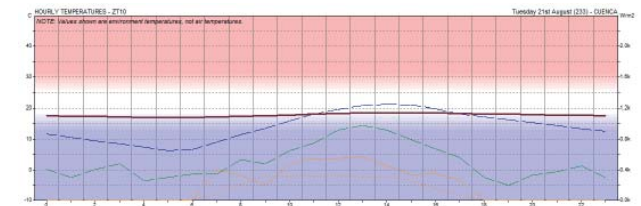
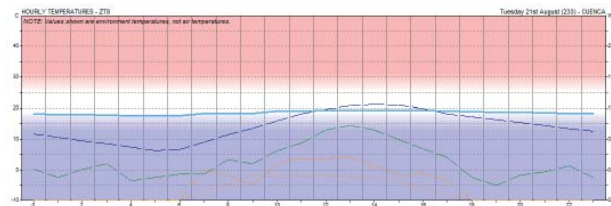
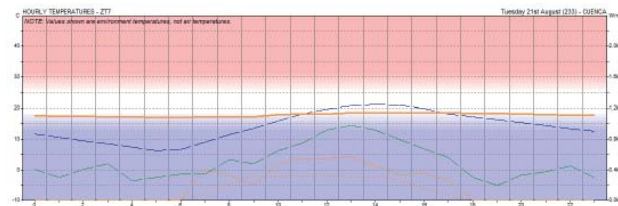
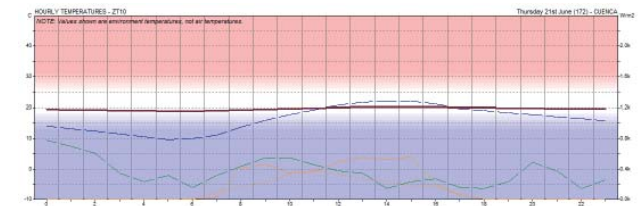
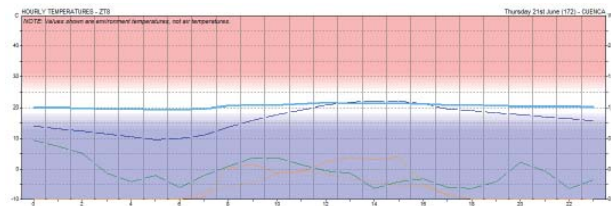
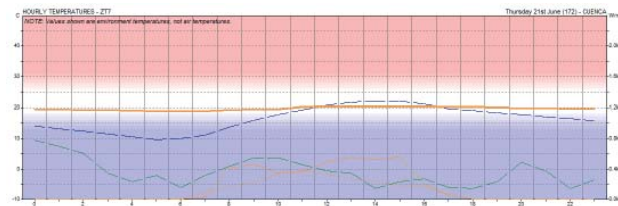
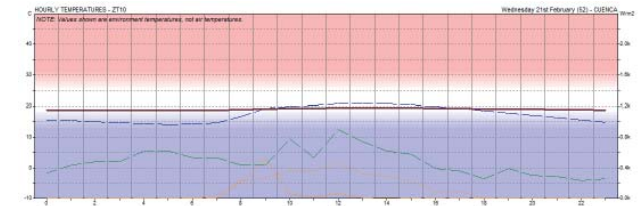
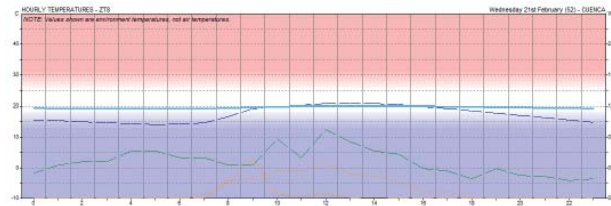
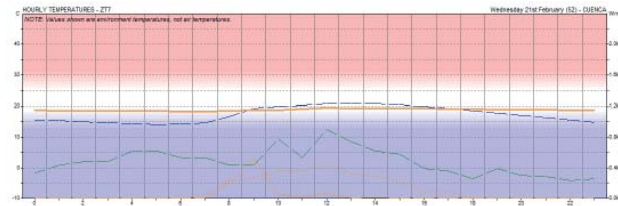
D18

- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

**D16:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.  
**D17:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.  
**D18:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.



## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO A



D19

D20

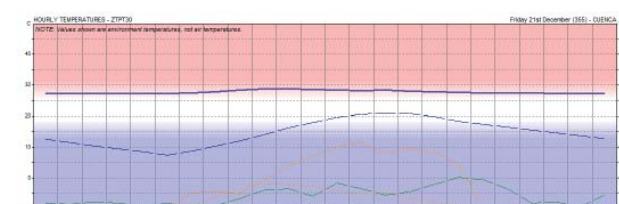
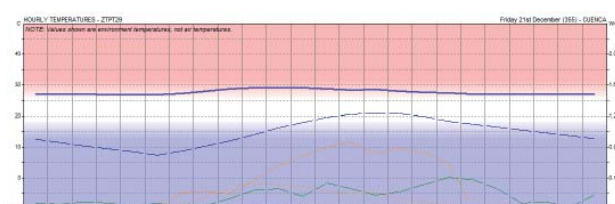
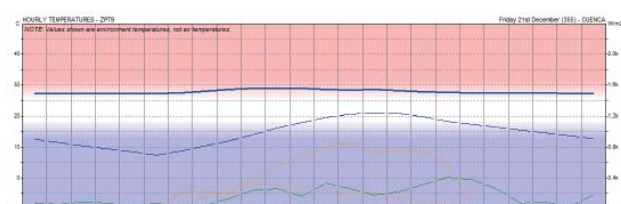
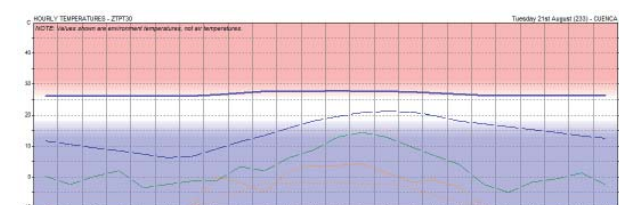
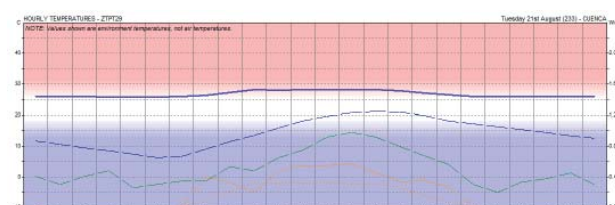
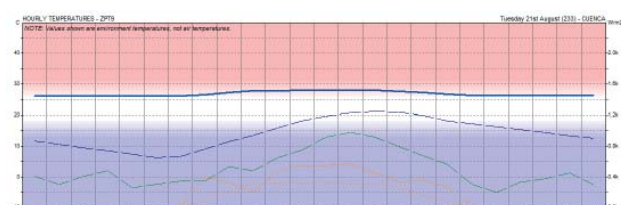
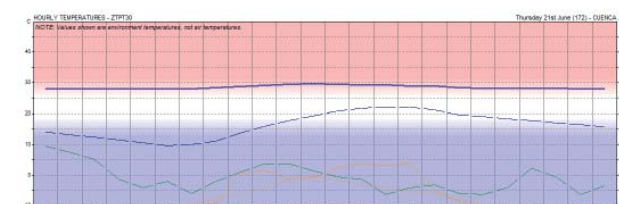
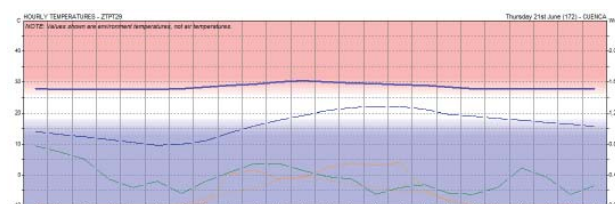
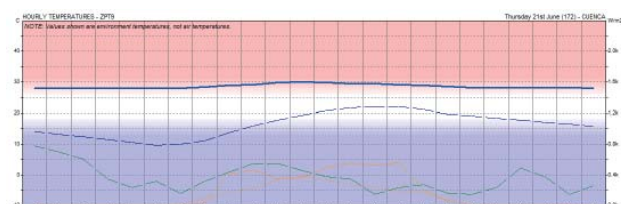
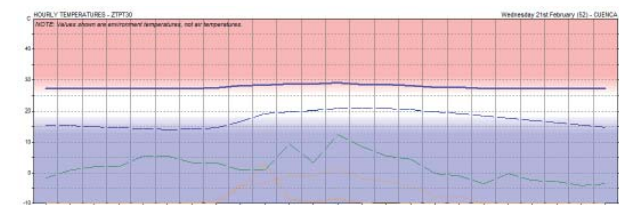
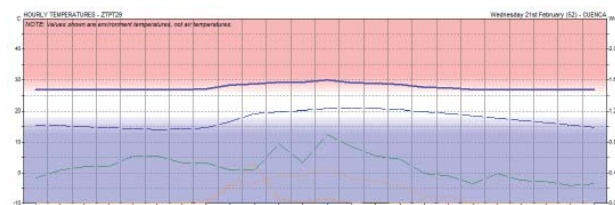
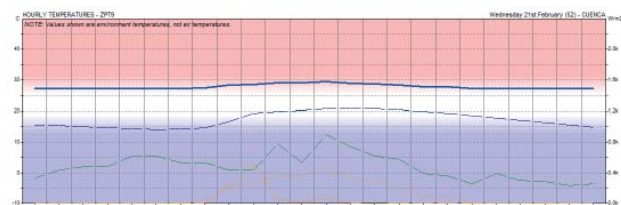
D21

- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- - - Velocidad del viento.
- - - Radiación solar.
- - - Radiación solar difusa.

**D19:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo A, planta baja, bloque B.  
**D20:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo A, planta baja, bloque B.

**D21:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo A, planta baja, bloque B.

## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO B



D22

D23

D24

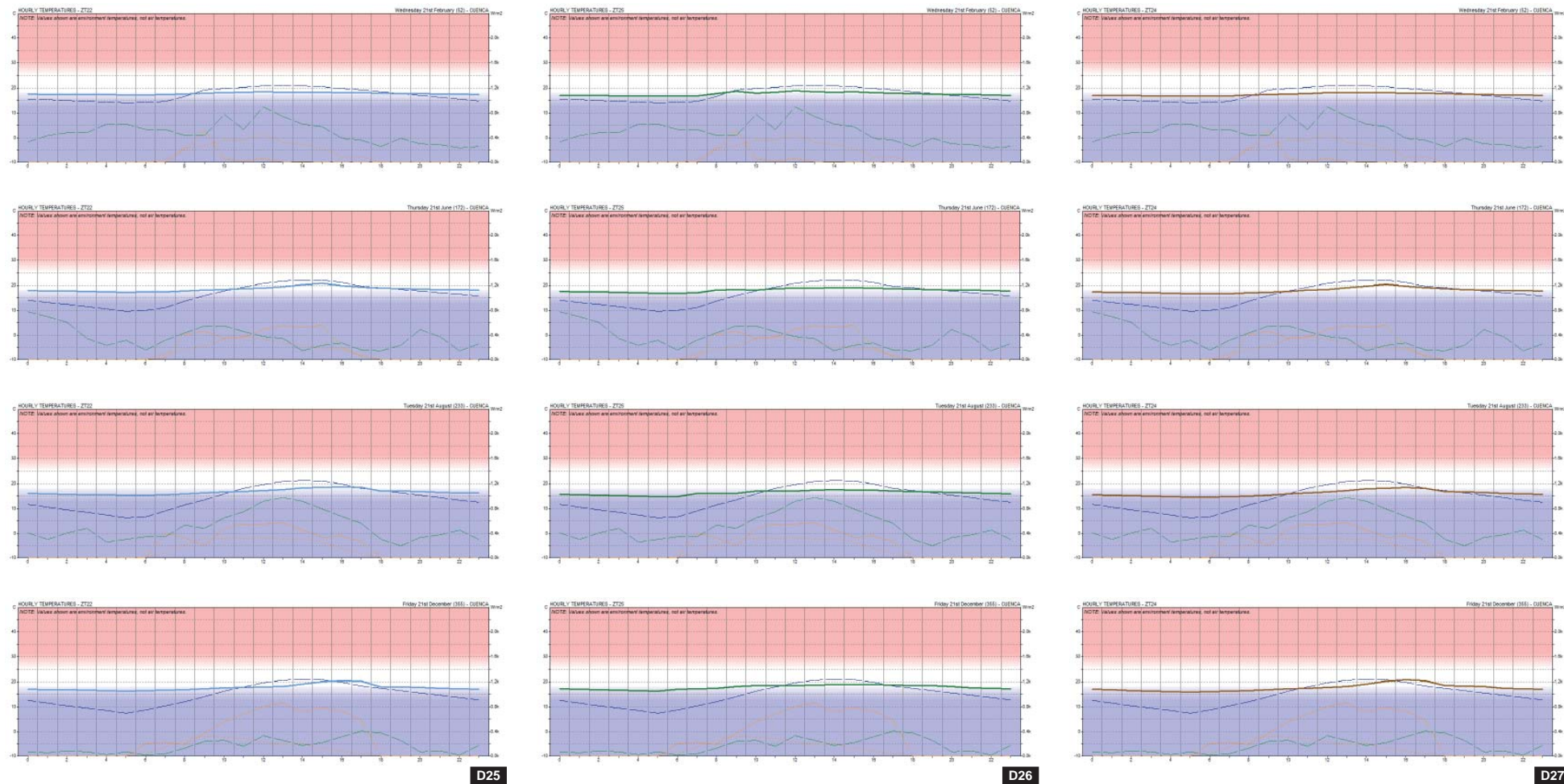
- Temperatura durante el día.
- - - Temperatura exterior durante el día.
- ... Velocidad del viento.
- Radiación solar.
- ... Radiación solar difusa.

D22: Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque B.  
 D23: Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque B.  
 D24: Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo B, cuarta planta alta, bloque B.





## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO C



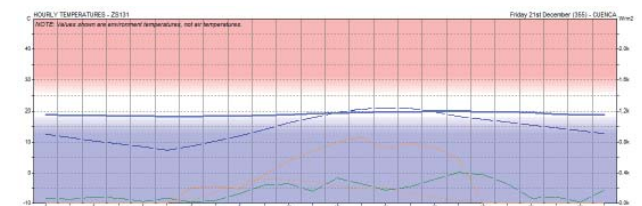
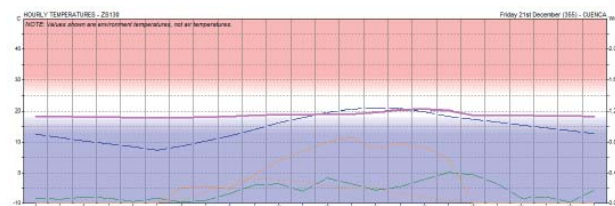
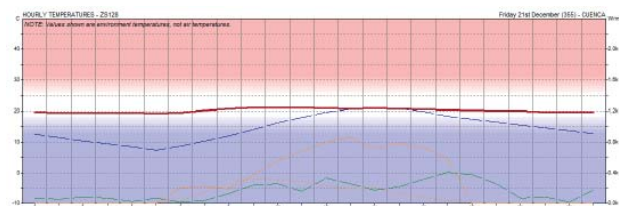
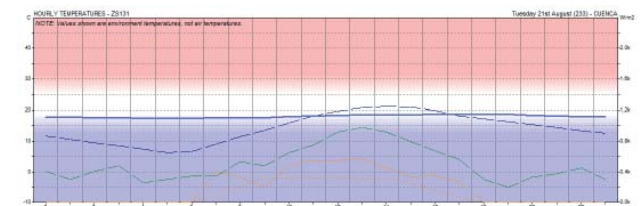
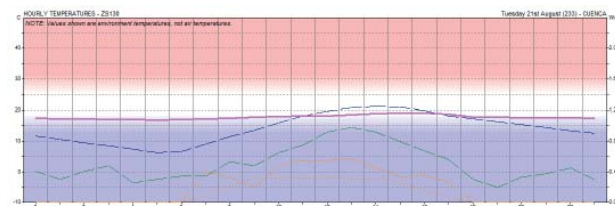
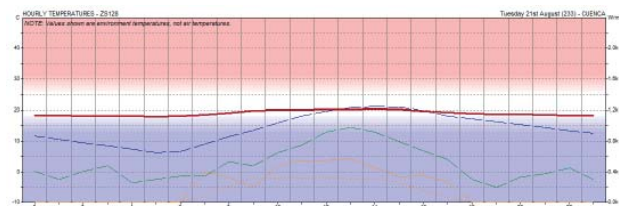
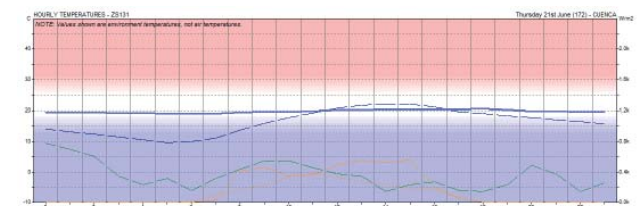
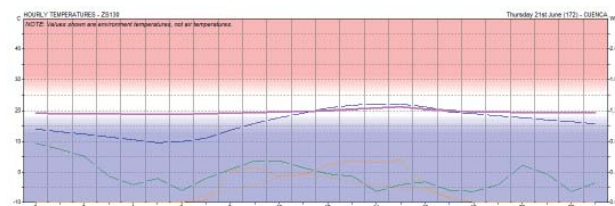
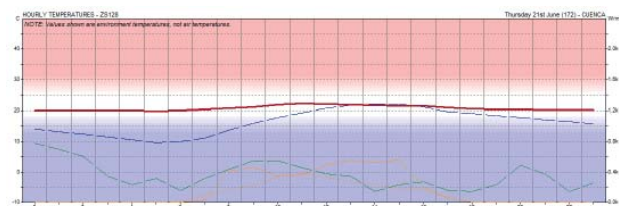
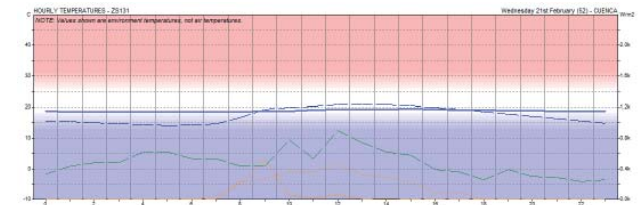
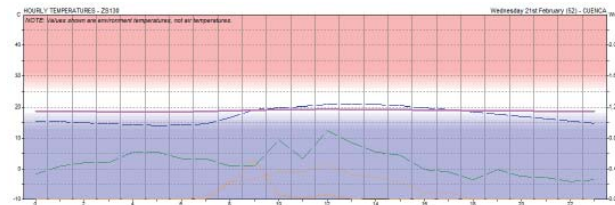
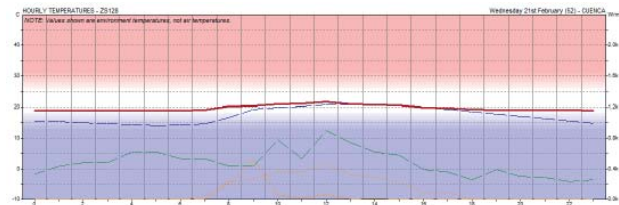
**D25:** Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo C, planta baja, bloque B.

**D26:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo C, planta baja, bloque B.

**D27:** Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo C, planta baja, bloque B.



## SIMULACIÓN TÉRMICA DEPARTAMENTO TIPO C



D28

D29

D30

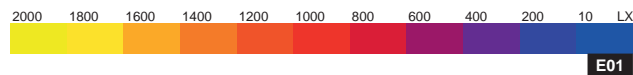
- Temperatura durante el día.
- Temperatura exterior durante el día.
- Velocidad del viento.
- Radiación solar.
- Radiación solar difusa.

D28: Diagramas de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Sala - comedor, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.  
D29: Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 1, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.  
D30: Diagrama de temperatura diaria, 21 de febrero, 21 de junio, 21 de agosto y 21 de diciembre. Dormitorio 2, departamento tipo C, cuarta planta alta, bloque B.



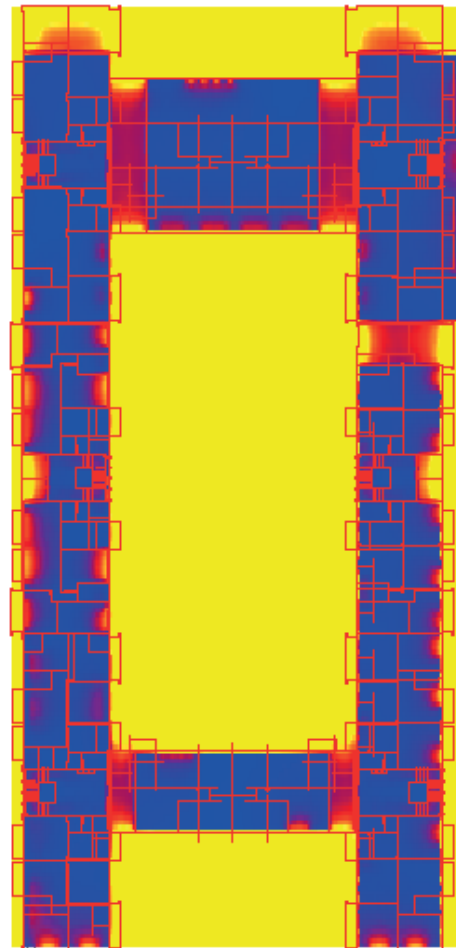


## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, PLANTA BAJA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO



E01: Escala de iluminación (lux)

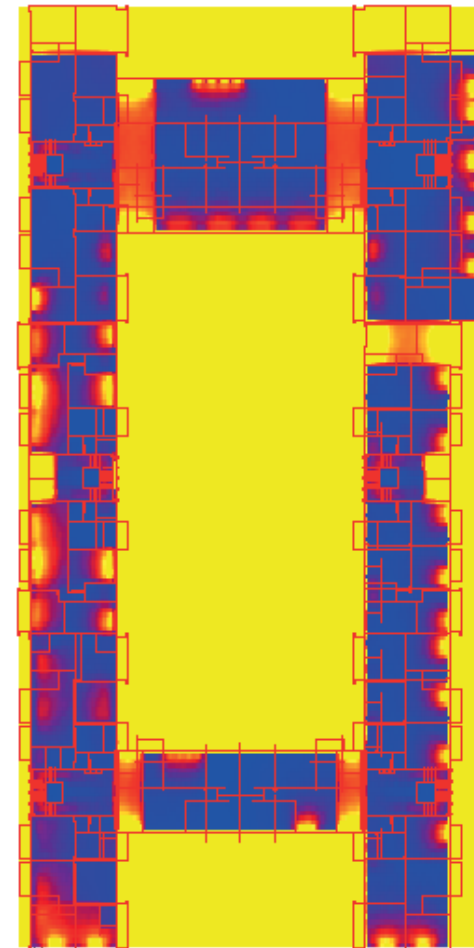
8:00



L01

L01: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de junio, 8:00.

10:00

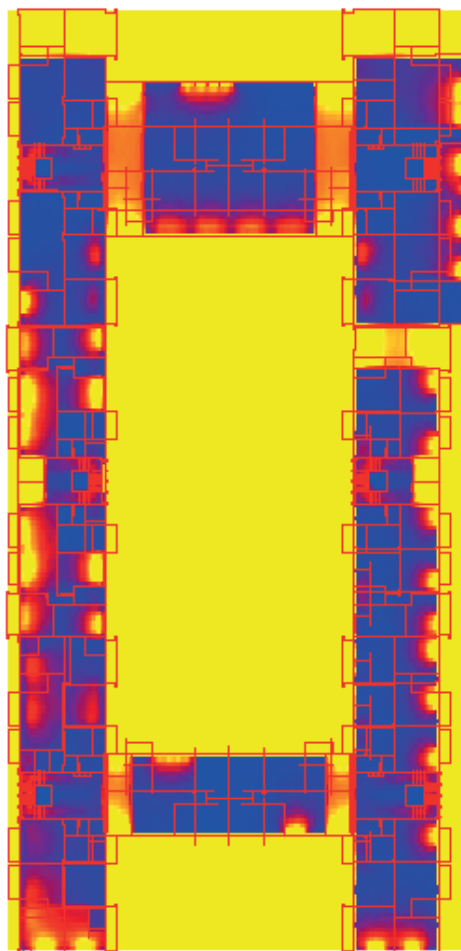


L02

L02: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de junio, 10:00.

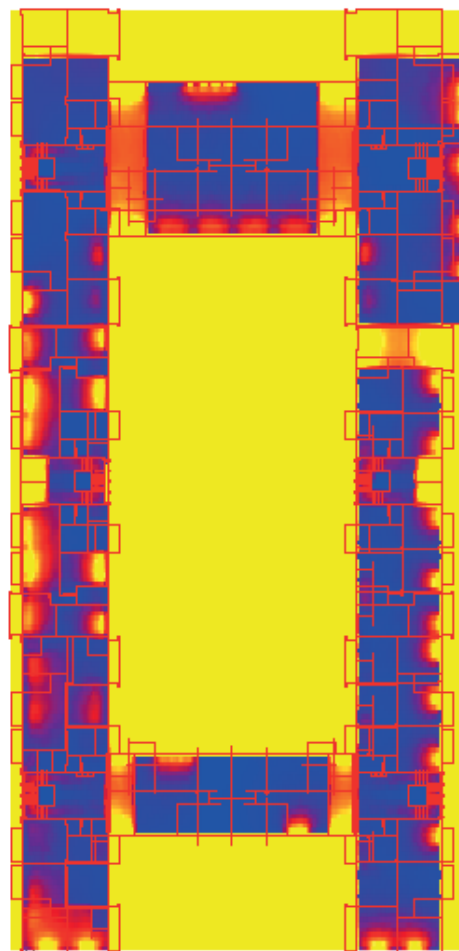


12:00



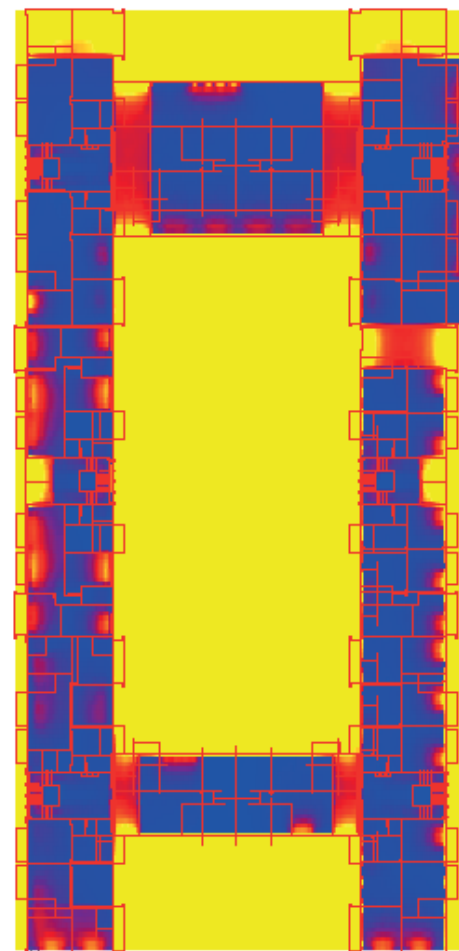
L03

14:00



L04

16:00



L05

L03: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de junio, 12:00.

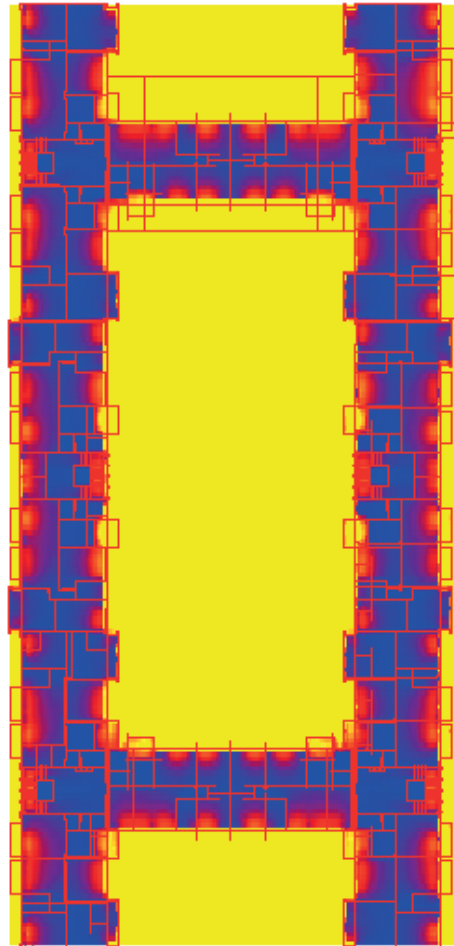
L04: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de junio, 14:00.

L05: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque A, 21 de junio, 16:00.



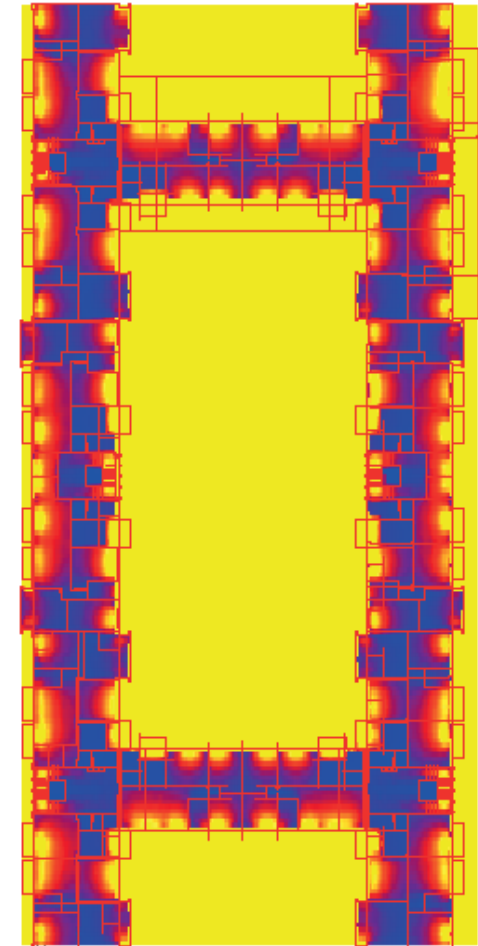
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, PRIMERA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO

8:00

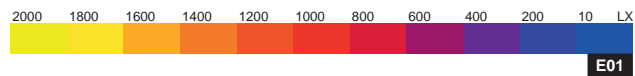


L06

10:00



L07



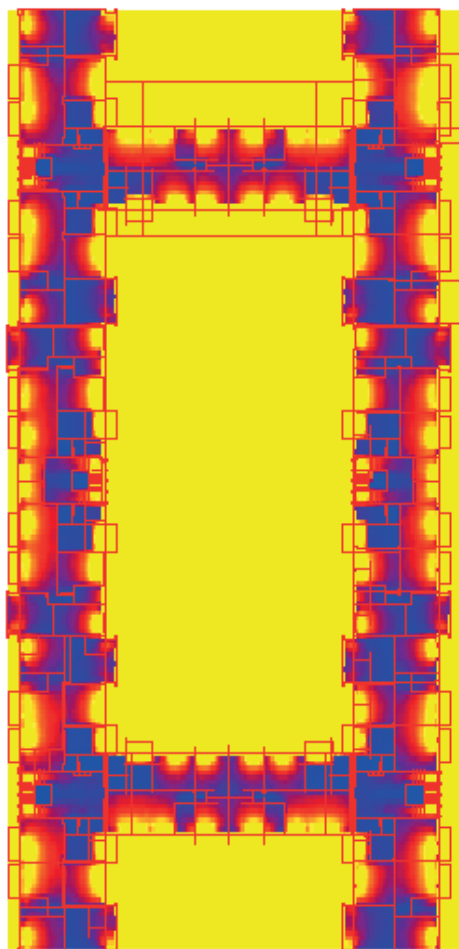
E01: Escala de iluminación (lux)

L06: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de junio, 8:00.

L07: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de junio, 10:00.

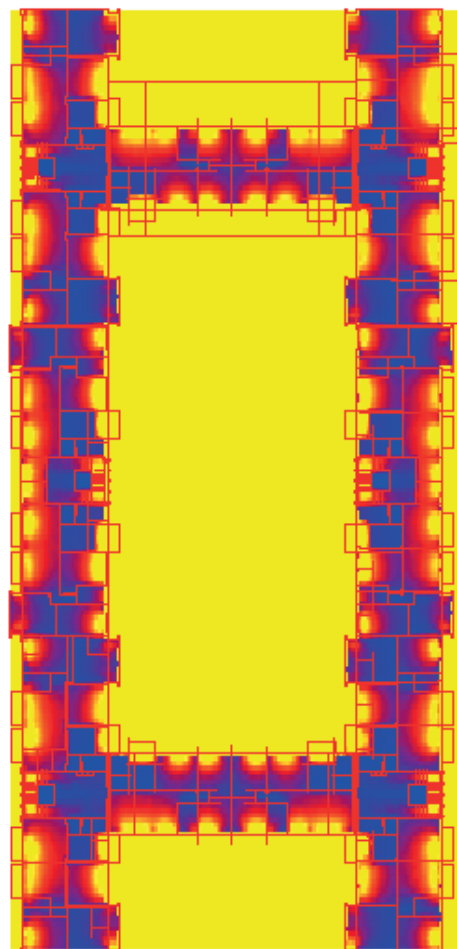


12:00



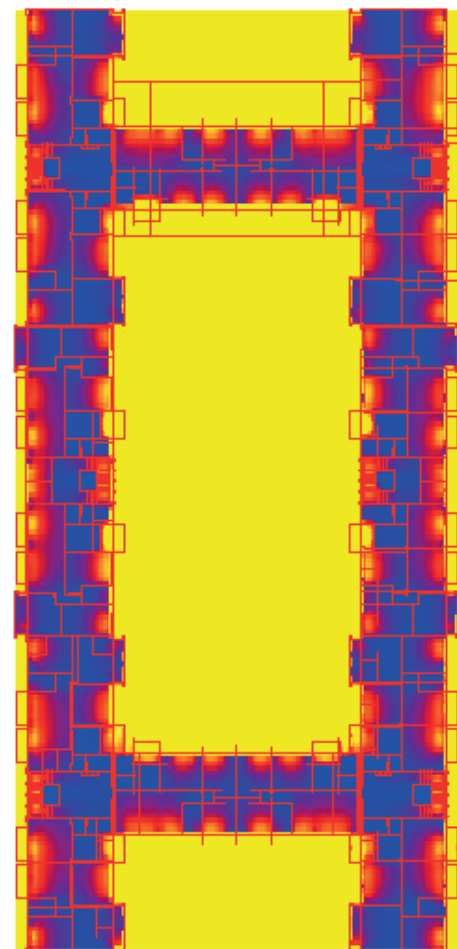
L08

14:00



L09

16:00



L10

L08: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de junio, 12:00.

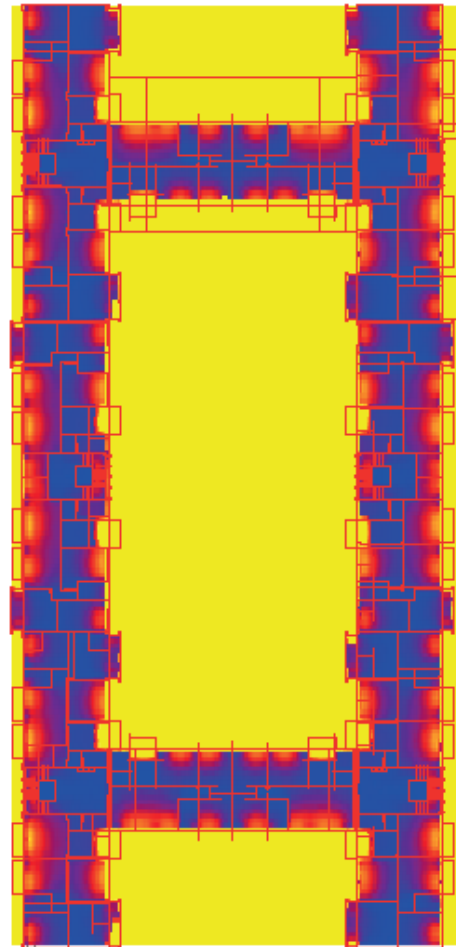
L09: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de junio, 14:00.

L10: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque A, 21 de junio, 16:00.



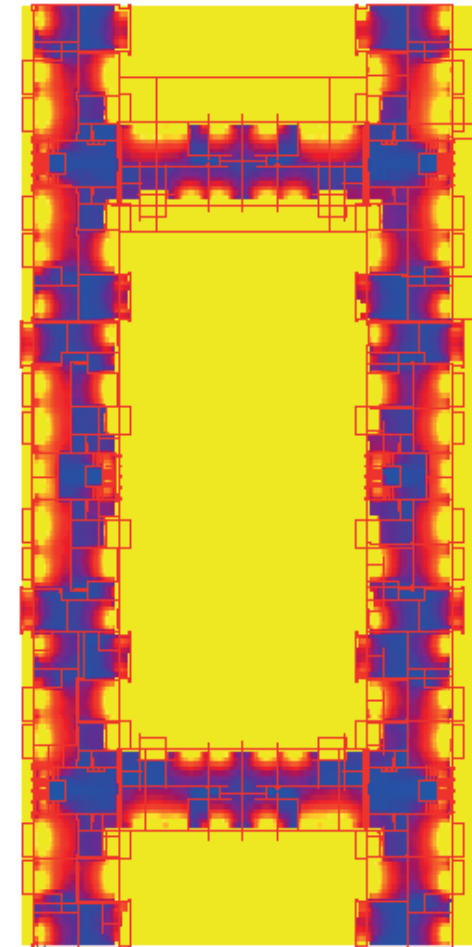
# **SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE A, CUARTA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO**

8:00

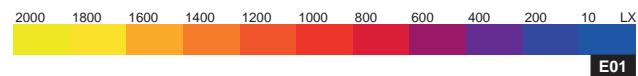


L11

10:00



L12



E01

E01: Escala de iluminación (lux)

L11: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de junio, 8:00.

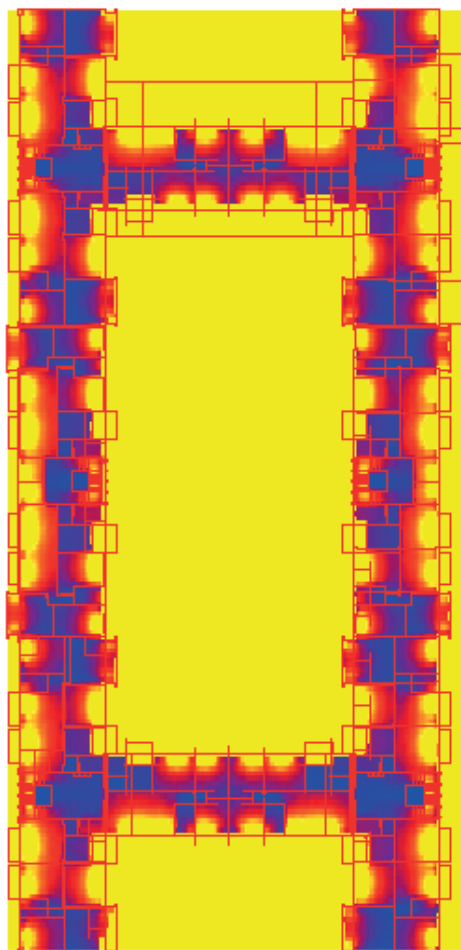
L12: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de junio, 10:00.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



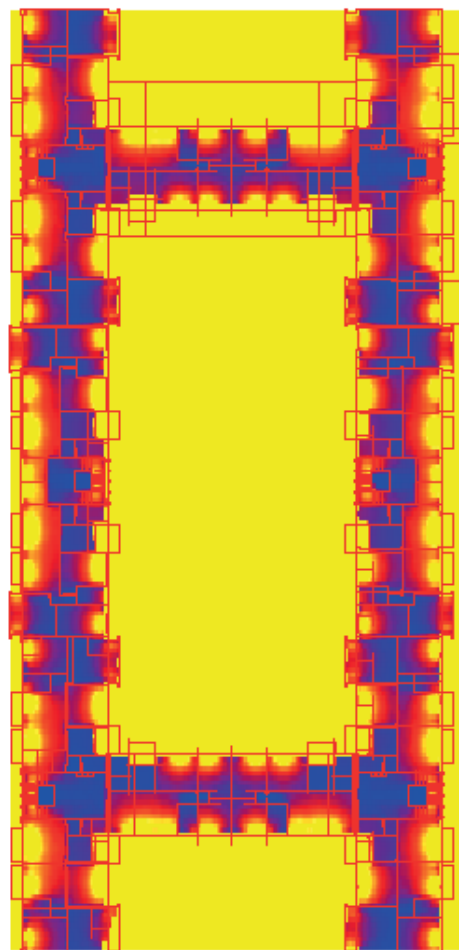


12:00



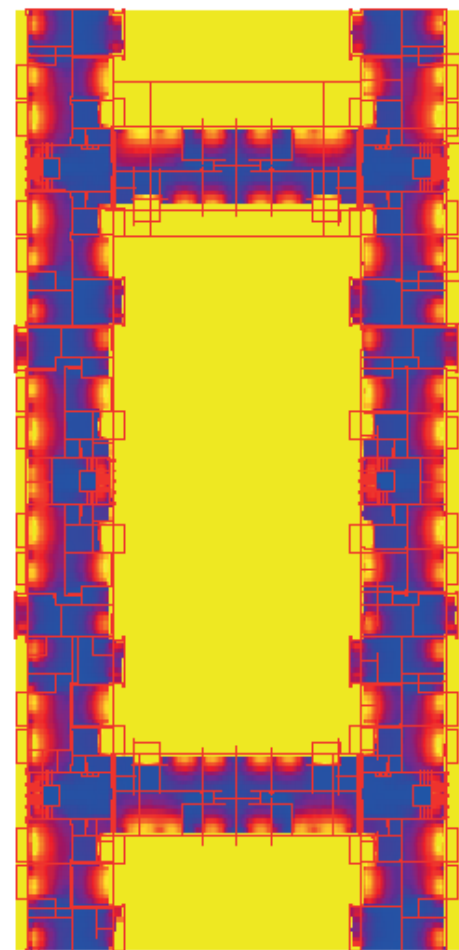
L13

14:00



L14

16:00



L15

L13: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de junio, 12:00.

L14: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de junio, 14:00.

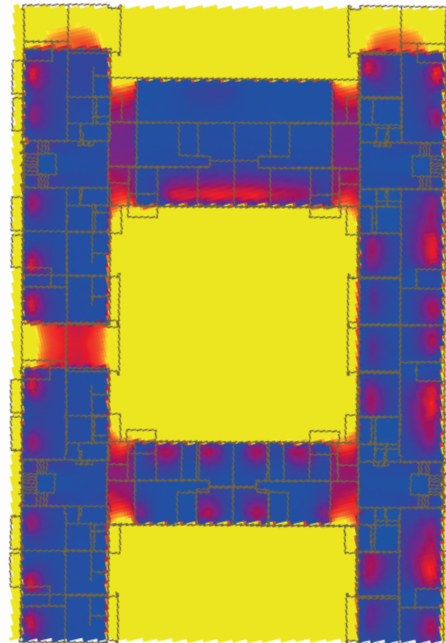
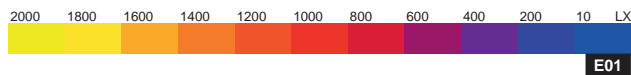
L15: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque A, 21 de junio, 16:00.



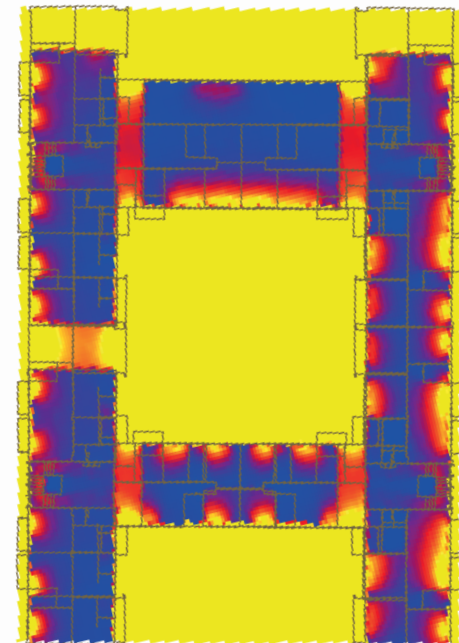
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, PLANTA BAJA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO

8:00

10:00



L16



L17

E01: Escala de iluminación (lux)

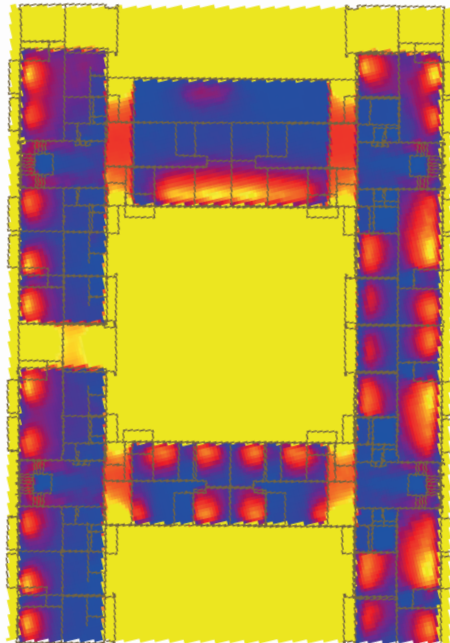
L16: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de junio, 8:00.

L17: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de junio, 10:00.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

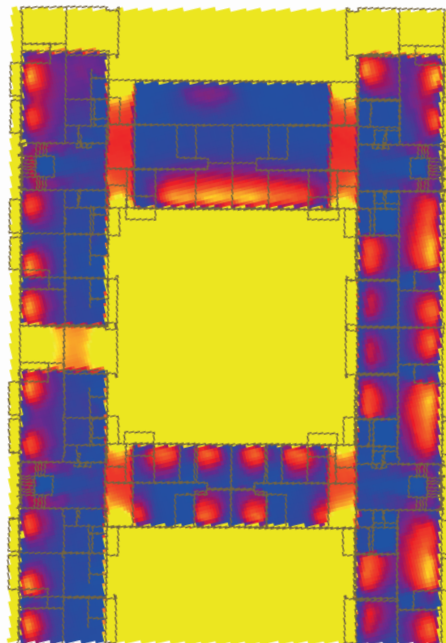


12:00



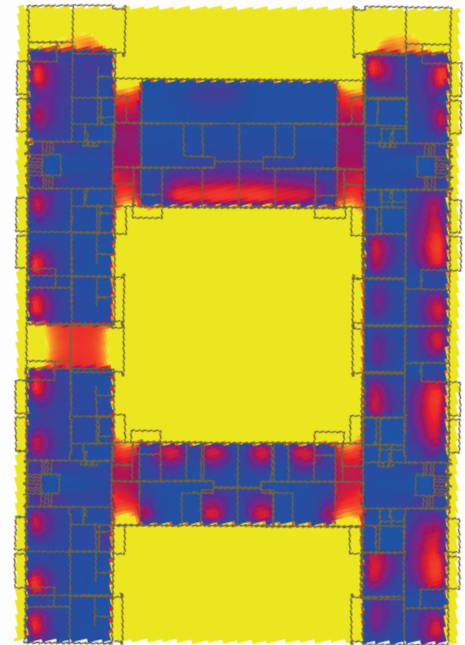
L18

14:00



L19

16:00



L20

L18: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de junio, 12:00.

L19: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de junio, 14:00.

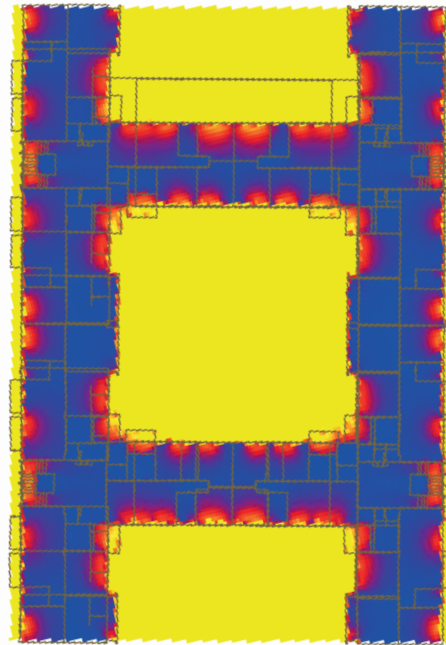
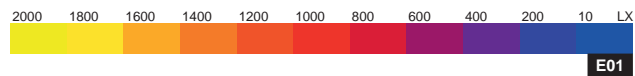
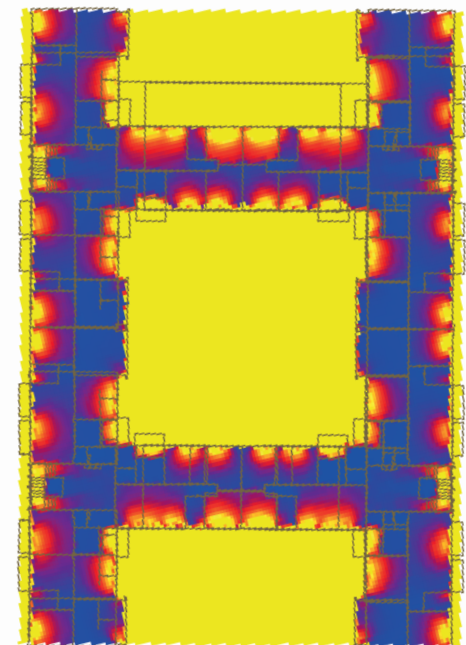
L20: Simulación de iluminación natural. Planta baja, Bloque B, 21 de junio, 16:00.



# **SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, PRIMERA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO**

8:00

10:00

**L21****L22**

**E01:** Escala de iluminación (lux)

**L21:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de junio, 8:00.

**L22:** Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de junio, 10:00.

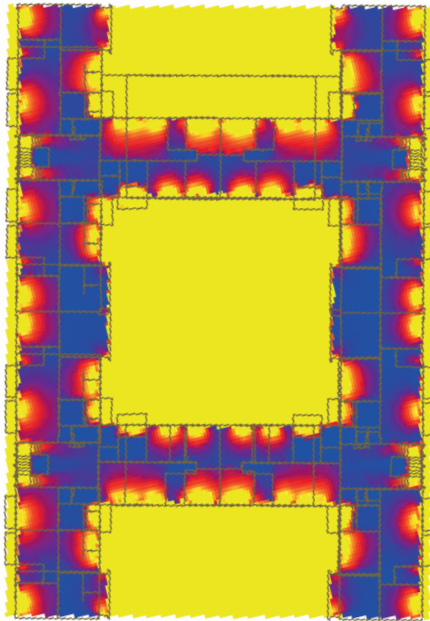
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE



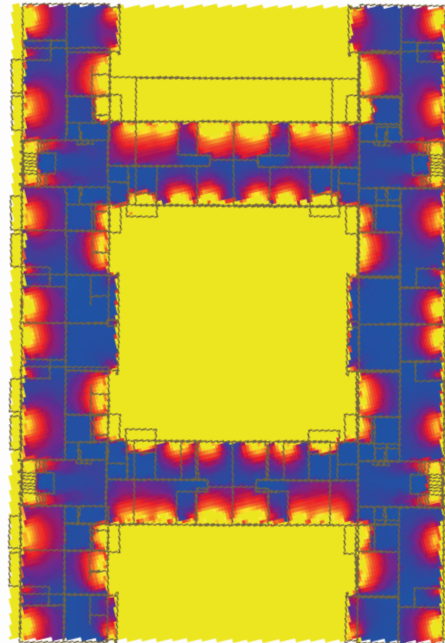
12:00

14:00

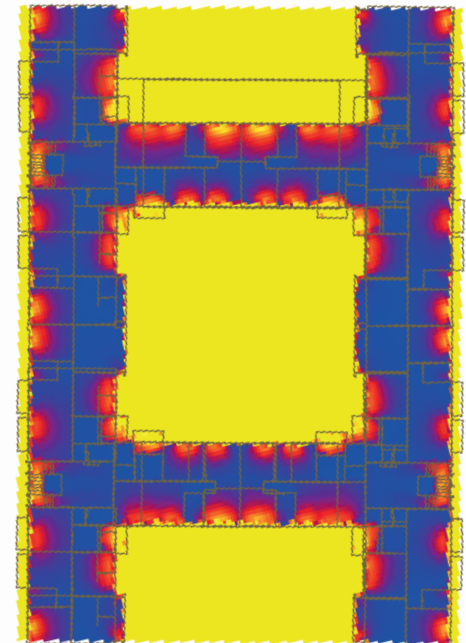
16:00



L23



L24



L25

L23: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de junio, 12:00.

L24: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de junio, 14:00.

L25: Simulación de iluminación natural. Primera planta alta, Bloque B, 21 de junio, 16:00.

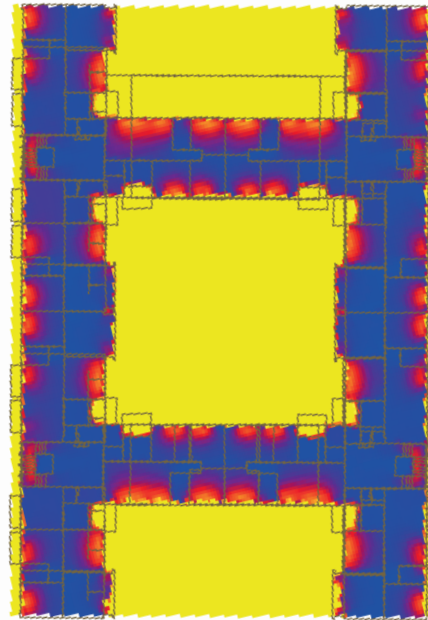
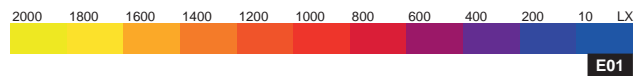




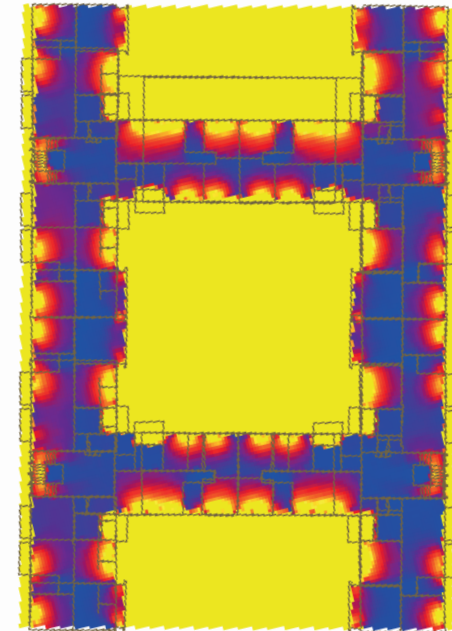
## SIMULACIÓN LUMÍNICA - BLOQUE B, CUARTA PLANTA ALTA, SOLSTICIO 21 DE JUNIO

8:00

10:00



L26



L27

E01: Escala de iluminación (lux)

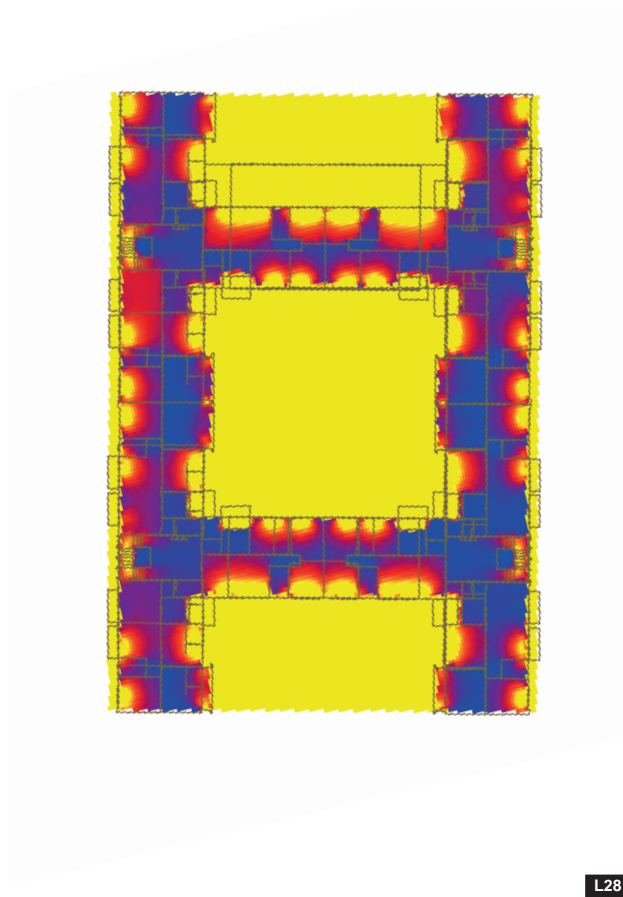
L26: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de junio, 8:00.

L27: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de junio, 10:00.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

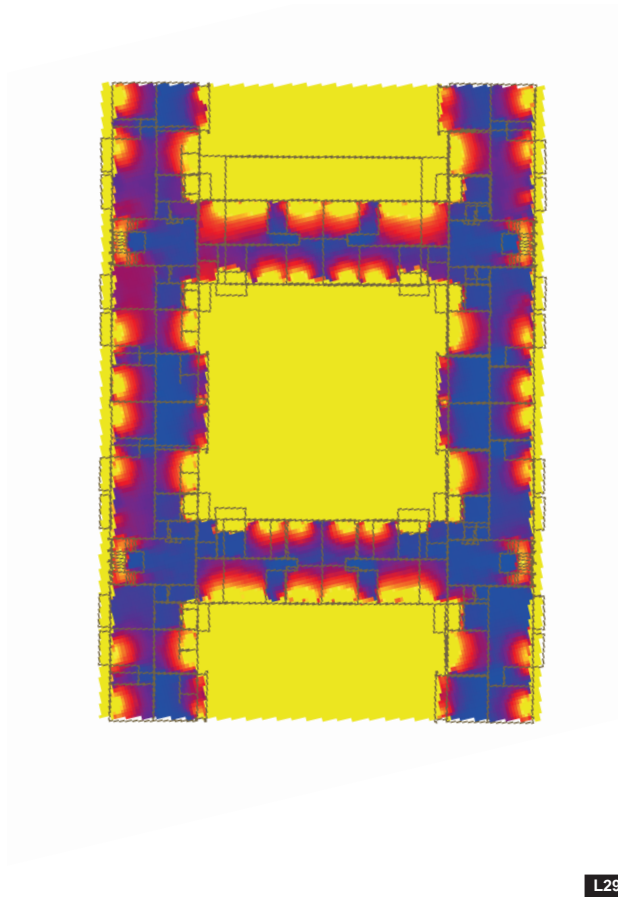


12:00



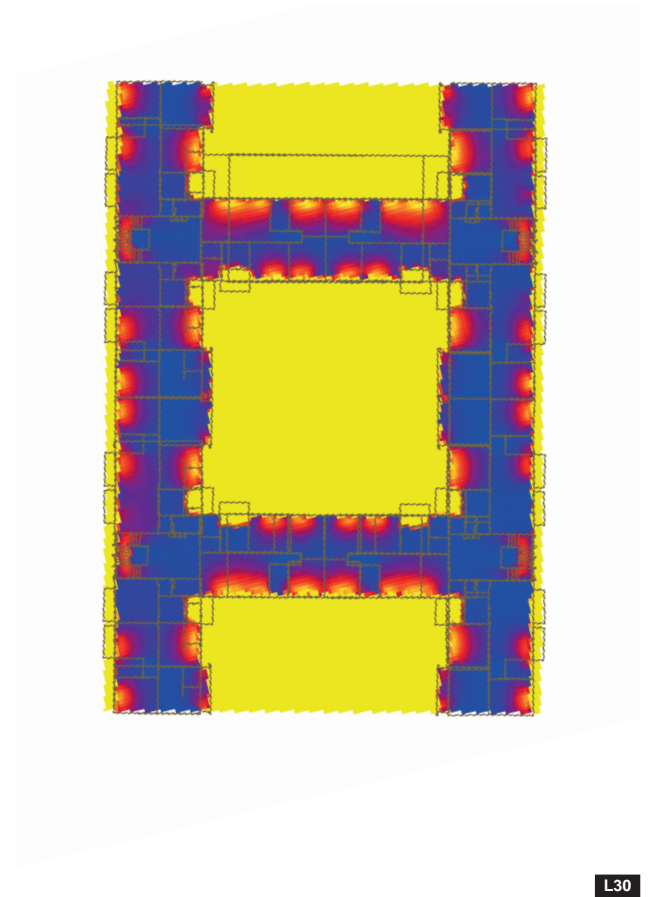
L28

14:00



L29

16:00



L30

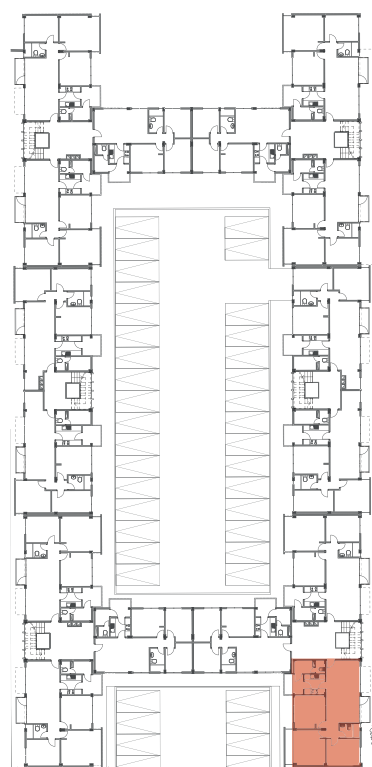
L28: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de junio, 12:00.

L29: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de junio, 14:00.

L30: Simulación de iluminación natural. Cuarta planta alta, Bloque B, 21 de junio, 16:00.



## MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA EL REGISTRO DE DATOS - DEPARTAMENTOS



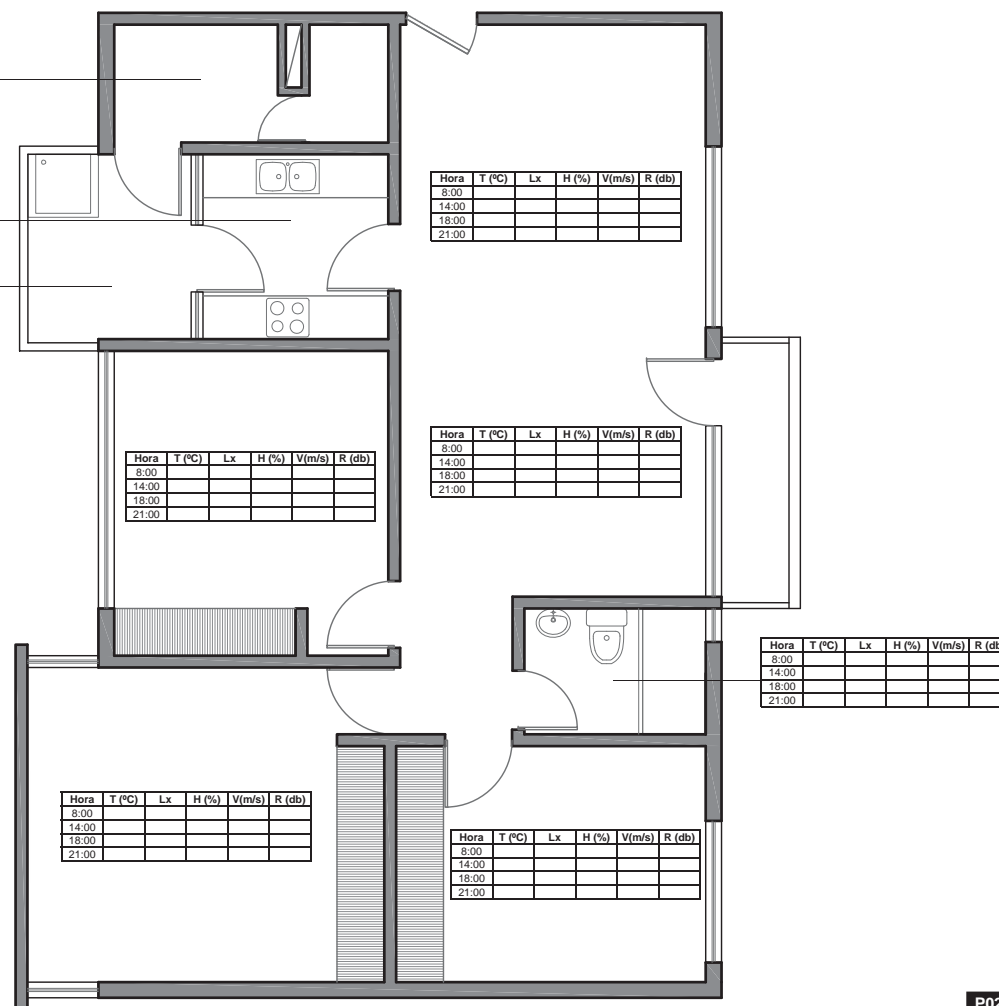
P01

P01: Ubicación departamento tipo C, planta tipo. Bloque A.

Hora	T (°C)	Lx	H (%)	V(m/s)	R (db)
8:00					
14:00					
18:00					
21:00					

Hora	T (°C)	Lx	H (%)	V(m/s)	R (db)
8:00					
14:00					
18:00					
21:00					

Hora	T (°C)	Lx	H (%)	V(m/s)	R (db)
8:00					
14:00					
18:00					
21:00					



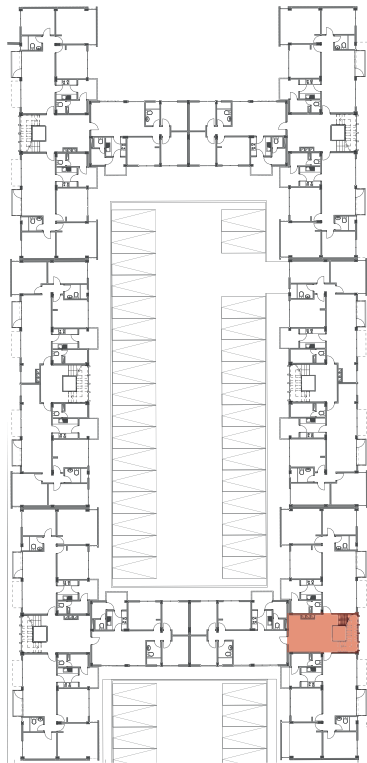
P02

P02: Departamento tipo C con tablas para el registro de los valores climáticos por espacio, en los que se incluye la hora y la temperatura, la iluminación, la humedad, la velocidad del aire y el ruido.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

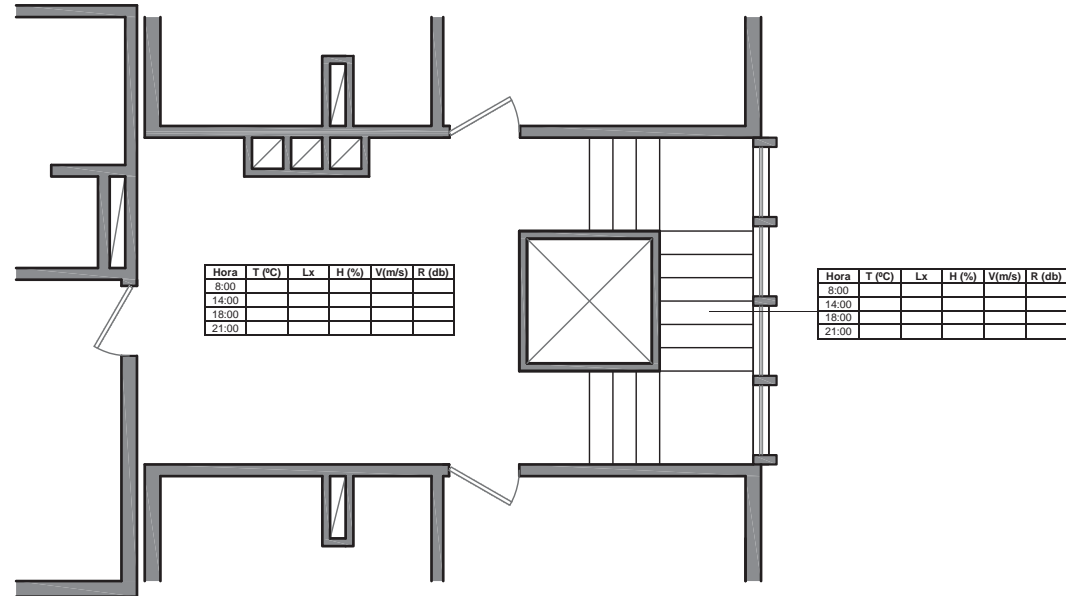


## MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA EL REGISTRO DE DATOS - DEPARTA- MENTOS

**P01**

**P01:** Ubicación departamento tipo C, planta tipo. Bloque A.

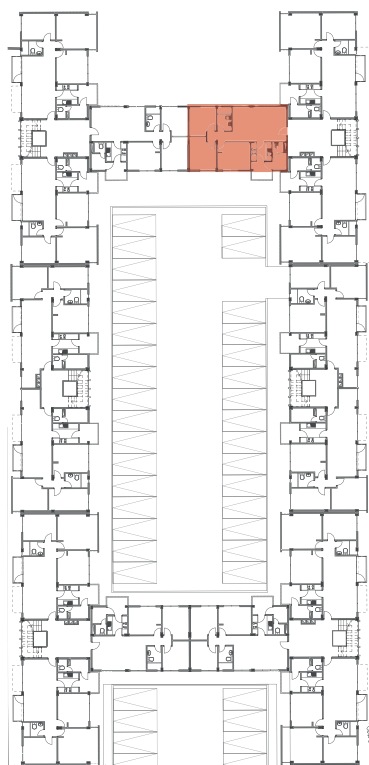
ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE

**P03**

**P03:** Vestíbulo tipo y escaleras con tablas para el registro de los valores climáticos por espacio, en los que se incluye la hora y la temperatura, la iluminación, la humedad, la velocidad del aire y el ruido.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, DEPARTAMENTO TIPO B



Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	17,90	330	56,75	48
Comedor	17,90	330	56,75	48
Cocina	18,05	61	52,60	38
Dormitorio 1	17,90	207	52,45	32
Dormitorio 2	18,00	287	52,10	33
Dormitorio 3	18,05	267	51,35	34

T01

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,36	517	60,08	55
Comedor	18,36	517	57,43	55
Cocina	18,51	173	57,83	49
Dormitorio 1	18,66	268	54,53	38
Dormitorio 2	18,48	453	53,63	40
Dormitorio 3	18,57	381	53,00	44

T04

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,06	469	53,15	50
Comedor	18,06	469	53,15	50
Cocina	18,19	118	54,83	42
Dormitorio 1	18,90	218	53,53	34
Dormitorio 2	18,29	352	52,63	36
Dormitorio 3	18,31	306	54,00	39

T02

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,20	502	50,40	53
Comedor	18,20	502	50,40	53
Cocina	18,30	195	50,15	47
Dormitorio 1	18,50	222	50,30	36
Dormitorio 2	18,50	441	52,60	38
Dormitorio 3	-	-	-	-

T03

P01

**T01:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Primera planta alta.

**T02:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Segunda planta alta.

**T03:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Tercera planta alta.

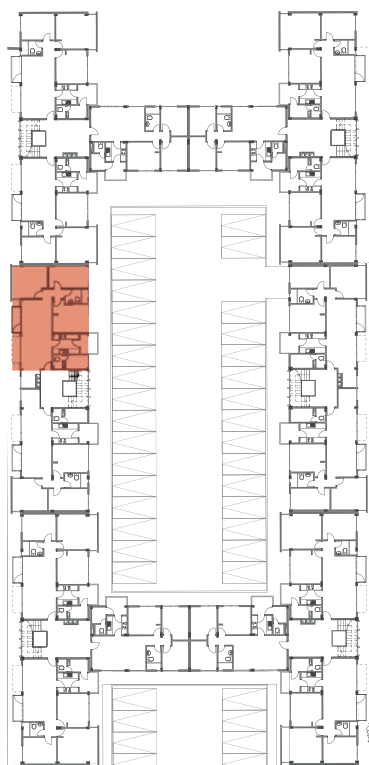
**T04:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Cuarta planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

**P01:** Ubicación departamento tipo B, planta tipo. Bloque A.





## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, DEPARTAMENTO TIPO D



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,40	375	56,50	38
Comedor	18,40	376	53,80	38
Cocina	19,20	113	53,30	40
Dormitorio 1	19,10	260	58,70	38
Dormitorio 2	19,20	242	54,70	33
Dormitorio 3	19,10	252	53,60	34

T05

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	20,20	481	47,00	36
Comedor	20,20	560	46,60	42
Cocina	20,10	73	49,00	45
Dormitorio 1	20,00	453	47,90	41
Dormitorio 2	-	-	-	-
Dormitorio 3	-	-	-	-

T08

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	19,80	603	48,70	45
Comedor	19,80	378	47,05	43
Cocina	19,75	127	49,10	38
Dormitorio 1	19,40	376	43,60	38
Dormitorio 2	19,50	266	46,00	44
Dormitorio 3	19,75	159	42,00	36

T06

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	19,95	502	60,08	39
Comedor	19,95	482	57,43	39
Cocina	20,05	142	57,83	47
Dormitorio 1	19,86	379	54,53	41
Dormitorio 2	19,68	312	53,63	40
Dormitorio 3	20,15	148	53,00	39

T07

T05: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo D. Planta baja.

T06: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo D. Primera planta alta.

T07: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo D. Tercera planta alta.

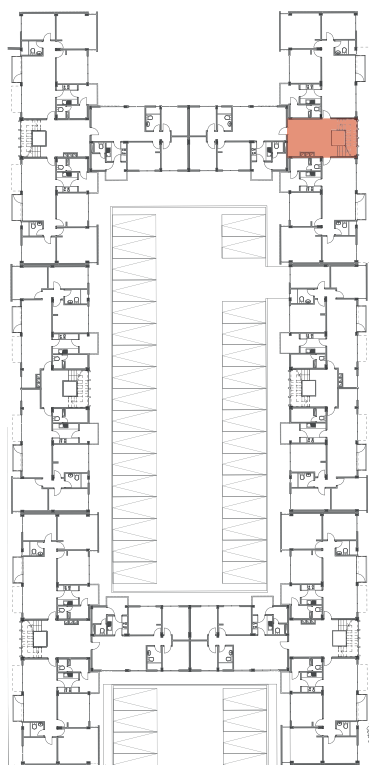
T08: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo D. Cuarta planta alta.

Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P01: Ubicación departamento tipo D, planta tipo. Bloque A.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, VESTÍBULO



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,65	9	46,50	69
Escaleras	18,00	168	44,25	44

T09

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,10	49	43,70	63
Escaleras	18,40	1995	42,80	64

T10

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,15	58	44,50	64
Escaleras	18,55	2157	42,10	65

T11

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,25	66	42,35	65
Escaleras	18,65	3985	41,50	68

T12

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,20	110	45,35	67
Escaleras	18,55	6796	43,90	68

T13

P01

T09: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Planta baja.

T10: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Primera planta alta.

T11: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Segunda planta alta.

T12: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Tercera planta alta.

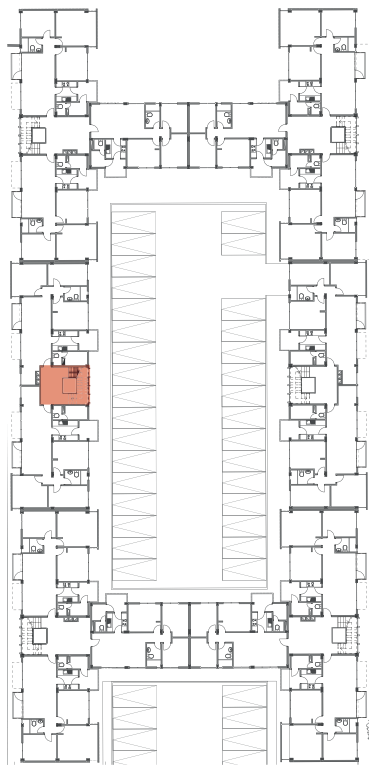
T13: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Cuarta planta alta.

Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P01: Ubicación vestíbulo, planta tipo. Bloque A.



REGISTRO DE DATOS - BLOQUE A, VESTÍBULO



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,15	69	53,85	61
Escaleras	18,40	1715	51,95	53

T14

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,65	68	50,45	38
Escaleras	18,50	1852	49,78	42

T15

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,80	68	48,70	39
Escaleras	18,55	1935	48,90	44

T16

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	19,10	69	49,85	40
Escaleras	19,25	1920	48,90	43

T17

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	19,45	69	52,20	43
Escaleras	19,45	1559	47,95	45

T18

P01

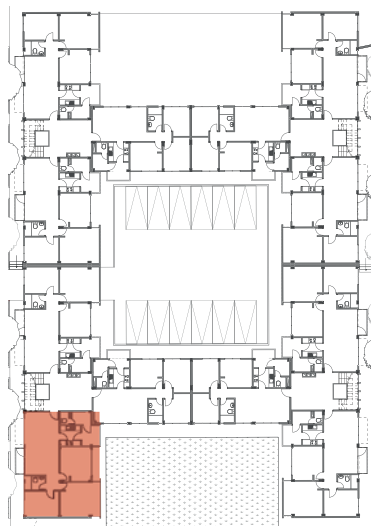
T14: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Planta baja.  
T15: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Primera planta alta.  
T16: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Segunda planta alta.

T17: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Tercera planta alta.  
T18: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Cuarta planta alta.  
Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P01: Ubicación vestíbulo, planta tipo. Bloque A.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE B, DEPARTAMENTO TIPO C



Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	17,60	305	52,45	42
Comedor	17,60	308	53,60	43
Cocina	18,00	71	51,15	39
Dormitorio 1	17,80	212	50,25	41
Dormitorio 2	17,90	113	52,35	39
Dormitorio 3	18,05	253	51,95	44

T19

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,16	448	52,19	49
Comedor	18,14	451	51,15	48
Cocina	18,21	146	53,38	42
Dormitorio 1	18,04	229	51,35	34
Dormitorio 2	18,12	136	53,56	36
Dormitorio 3	18,23	302	52,00	39

T20

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	19,35	536	60,08	54
Comedor	19,36	502	57,43	54
Cocina	19,41	176	57,83	47
Dormitorio 1	19,16	297	54,53	39
Dormitorio 2	19,28	143	53,63	42
Dormitorio 3	19,17	318	53,00	46

T21

P04

T19: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Primera planta alta.

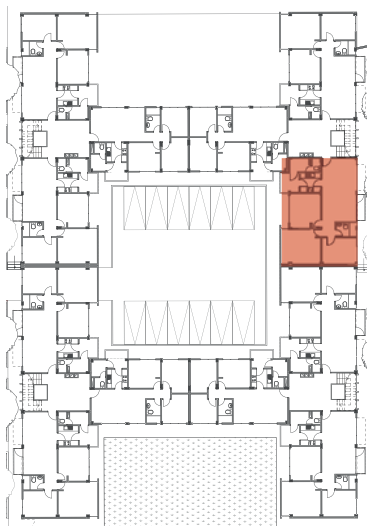
T20: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Tercera planta alta.

T21: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Cuarta planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P04: Ubicación departamento tipo C, planta tipo. Bloque B.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE B, DEPARTAMENTO TIPO C



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,15	425	50,25	42
Comedor	18,20	436	51,00	43
Cocina	18,00	97	53,35	39
Dormitorio 1	18,70	256	49,70	38
Dormitorio 2	18,05	119	46,20	37
Dormitorio 3	18,35	378	48,75	40

T22

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	20,05	567	57,00	45
Comedor	20,14	561	52,40	40
Cocina	20,82	137	53,10	36
Dormitorio 1	19,80	442	47,90	39
Dormitorio 2	19,54	135	50,55	40
Dormitorio 3	20,45	492	51,26	44

T25

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,90	503	58,20	43
Comedor	18,95	495	57,65	46
Cocina	18,75	115	48,15	40
Dormitorio 1	18,50	272	44,95	37
Dormitorio 2	18,10	126	49,15	40
Dormitorio 3	18,80	395	51,10	42

T23

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	19,35	492	58,06	43
Comedor	19,30	485	54,34	44
Cocina	19,85	158	53,38	39
Dormitorio 1	19,76	305	53,35	38
Dormitorio 2	19,28	138	52,36	41
Dormitorio 3	20,05	415	50,00	46

T24

T22: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Planta baja.

T23: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Primera planta alta.

T24: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Segunda planta alta.

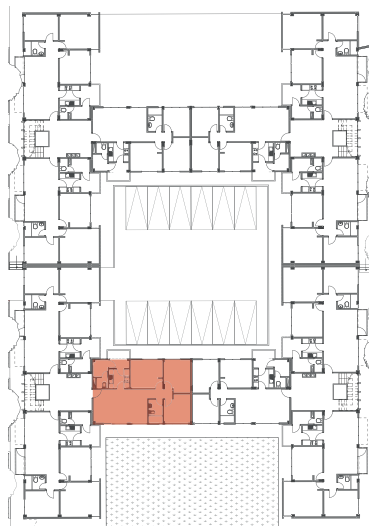
T25: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo C. Cuarta planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P04: Ubicación departamento tipo C, planta tipo. Bloque B.





## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE B, DEPARTAMENTO TIPO B



Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	17,50	344	53,57	45
Comedor	17,70	350	52,75	44
Cocina	18,00	75	56,25	39
Dormitorio 1	17,95	237	54,15	34
Dormitorio 2	18,00	265	52,38	37
Dormitorio 3	18,05	285	54,53	40

T26

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	17,90	405	52,51	44
Comedor	17,85	428	55,52	46
Cocina	18,12	169	53,48	40
Dormitorio 1	18,20	244	55,35	36
Dormitorio 2	18,16	294	53,36	38
Dormitorio 3	18,10	305	52,05	45

T27

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Sala	18,16	495	58,80	48
Comedor	18,12	515	54,45	45
Cocina	18,23	153	52,38	35
Dormitorio 1	18,30	278	53,48	37
Dormitorio 2	18,40	338	52,36	36
Dormitorio 3	18,41	392	53,100	48

T28

P04

T26: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Primera planta alta.

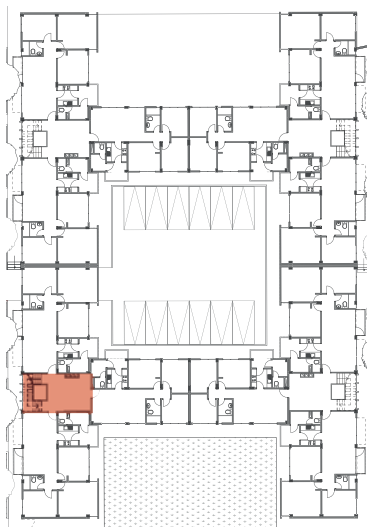
T27: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Segunda planta alta.

T28: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el departamento tipo B. Tercera planta alta. Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P04: Ubicación departamento tipo B, planta tipo. Bloque B.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE B, VESTÍBULO



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,05	8	49,05	41
Escaleras	17,85	179	48,52	48

T29

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,38	51	48,30	49
Escaleras	17,95	1759	46,95	50

T30

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,86	56	47,05	48
Escaleras	18,35	2016	44,25	51

T31

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,02	65	48,53	47
Escaleras	18,58	3458	46,05	49

T32

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,18	92	47,85	50
Escaleras	18,75	3685	46,08	52

T33

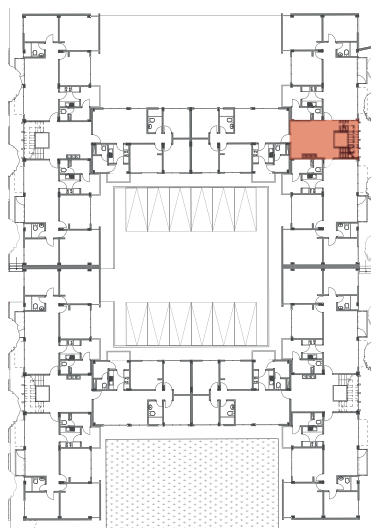
**T29:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Planta baja.  
**T30:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Primera planta alta.  
**T31:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Segunda planta alta.

**T32:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Tercera planta alta.  
**T33:** Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Cuarta planta alta.  
Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

**P04:** Ubicación vestíbulo, planta tipo. Bloque B.



## REGISTRO DE DATOS - BLOQUE B, VESTÍBULO



Resumen total de valores registrados planta baja				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,56	10	56,20	49
Escaleras	17,95	189	54,28	54

T34

Resumen total de valores registrados primera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	17,95	53	53,90	48
Escaleras	18,18	2592	52,48	53

T35

Resumen total de valores registrados segunda planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,12	61	53,52	50
Escaleras	18,37	2389	49,58	54

T36

Resumen total de valores registrados tercera planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,23	70	52,45	43
Escaleras	18,56	4195	50,34	49

T37

Resumen total de valores registrados cuarta planta alta				
Espacio	T (°C)	Lux	H (%)	R (Db)
Vestíbulo	18,32	108	55,15	44
Escaleras	18,75	5967	53,36	51

T38

P04

T34: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Planta baja.  
 T35: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Primera planta alta.  
 T36: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Segunda planta alta.

T37: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Tercera planta alta.  
 T38: Tabla de resumen de valores promedio registrados en el vestíbulo tipo. Cuarta planta alta.  
 Carecen de iluminación natural los recuadros con color.

P04: Ubicación vestíbulo, planta tipo. Bloque B.



## OFICIOS DEL REGISTRO DE VALORES CLIMÁTICOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA



Centro de Estudios Ambientales Pág. 1/6

Cuenca, 16 de diciembre de 2013.

Arq.  
**Leonardo Ramos Monori.**  
Ciudad.

De mi consideración:

A petición suya, donde se solicita al Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca información meteorológica, para fines de insumo para Tesis de Grado, pongo a su disposición los siguientes datos de los parámetros requeridos, obtenidos de la Central Meteorológica que dispone nuestra institución.

Esperando que la información aquí presentada sea de utilidad, para la investigación pertinente, me despido de usted.

Muy atentamente,

  
Dra. Nancy García Alvear.  
Directora del Centro de Estudios Ambientales  
Universidad de Cuenca



01

01: Oficio de constancia de la información y valores climáticos proporcionados por el Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca. Diciembre de 2013.



CENTRO DE  
ESTUDIOS AMBIENTALES

Oficio No. 060-14-CEA

Cuenca, 05 de junio de 2014.

Arquitecto  
Leonardo Ramos Monori  
SUBDECANO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
Su Despacho.

De mis consideraciones:

En respuesta a su solicitud enviada con fecha 29 de mayo de 2014, adjunto al presente sirvase encontrar la información complementaria solicitada, obtenida de la Central Meteorológica que dispone nuestra institución, para la realización de su investigación "Mejoramiento de las condiciones de confort de las residencias de los multifamiliares del IESS de la ciudad de Cuenca".

Por la atención que se sirva dar al presente, le anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,

  
Dra. Nancy García Alvear  
DIRECTORA DEL CEA



• Universidad de Cuenca • Campus Bolívar  
• Telf.: 4033260 • 4051000 ext. 4430 • Telefax: (093-7) 38567  
• E-mail: secretaria@cecuencia.edu.ec  
• www.cecuencia.edu.ec

02

02: Oficio de constancia de la información y valores climáticos proporcionados por el Centro de Estudios Ambientales (CEA) de la Universidad de Cuenca. Junio de 2014.



## OFICIOS PARA EL REGISTRO DE DATOS EN EL COMPLEJO DE MULTIFAMILIARES DEL IESS



Cuenca, 08 de septiembre de 2014

SEÑORES RESIDENTES DE LOS MULTIFAMILIARES DEL IESS  
Ciudad

Luego de brindarles un cordial saludo, les informo que se está llevando a cabo la tesis de grado "Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de las residencias de multifamiliares del IESS". Como requisito para la graduación es necesario que los estudiantes Erika Brito Puni y David Molina Calle, con cédulas de identidad: 0104581434, 0105593586, respectivamente, realicen el registro de valores climáticos en sus residencias durante el período de un día, en las horas 8:00, 14:00, 18:00 y 21:00, de ser posible. Mediante lo expuesto, solicito de la manera más comedida coordinar con los señores estudiantes y brindarles las facilidades necesarias para cumplir a cabalidad esta actividad.

Agradezco su colaboración y me disculpo por los inconvenientes causados.

Atentamente,

Arq. Leonardo Ramos Monori  
SUBDECANO FACULTAD DE ARQUITECTURA



•Dirección: Av. 12 de Abril y Agustín Cueva •Teléfono: (593) 7 4051 100  
•E-mail: secretaria.arquitectura@ucuenca.edu.ec •Web: arquitectura.ucuenca.edu.ec

UNIVERSIDAD DE CUENCA

03

03: Oficio para los residentes del Complejo de Multifamiliares de IESS. Septiembre de 2014.



Cuenca, 08 de septiembre de 2014

SEÑORES ADMINISTRADORES DE LOS MULTIFAMILIARES DEL IESS  
Ciudad

Luego de brindarles un cordial saludo, les informo que se está llevando a cabo la tesis de grado "Mejoramiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y visual de las residencias de multifamiliares del IESS". Como requisito para la graduación es necesario que los estudiantes Erika Brito Puni y David Molina Calle, con cédulas de identidad: 0104581434, 0105593586, respectivamente, realicen el registro de valores climáticos en las residencias del conjunto habitacional durante el período de un día, en las horas 8:00, 14:00, 18:00 y 21:00, de ser posible. Mediante lo expuesto, solicito de la manera más comedida coordinar con los señores estudiantes para que se les brinde las facilidades necesarias y poder cumplir a cabalidad esta actividad.

Agradezco su colaboración y me disculpo por los inconvenientes causados.

Atentamente,

Arq. Leonardo Ramos Monori  
SUBDECANO FACULTAD DE ARQUITECTURA



•Dirección: Av. 12 de Abril y Agustín Cueva •Teléfono: (593) 7 4051 100  
mail: secretaria.arquitectura@ucuenca.edu.ec •Web: arquitectura.ucuenca.edu.ec

UNIVERSIDAD DE CUENCA

04

04: Oficio para los administradores del Complejo de Multifamiliares de IESS. Septiembre de 2014.

ERIKA KATHERINE BRITO PUNI - DAVID ESTEBAN MOLINA CALLE





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL REGISTRO DE LOS DATOS CLIMÁTICOS

**testo**

**Kalibrier-Protokoll**  
Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage  
Protocollo di collaudo • Informe de calibración

Gerät / Module type /  
Modèle / Modelo: **testo 410-2**

Messbereich / Measuring range /  
Etendue de mesure / Rango de medición: **Vane: 0.4...20m/s  
Temperature: -10...50°C  
Humidity: 0...100%rH**

Serien-Nr. / Serial no. /  
N°. de série / Número de serie: **38534034/309**

Segmenttest / Display test /  
Test d'affichage / Test del visualizador: ☒ OK

Messwerte / Measured values / Valeurs mesurées / Valores medidos:		
Soilwert / Reference / Référence / Referencia:	Zulässige Toleranz / Permissible tolerance / Tolérance admise / Tolerancia permitida:	Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:
Vane:		
12.0m/s	±0.4m/s	11.9m/s
Humidity:		
43.5%rH	±2.5%rH	43.1%rH
Temperature:		
24.0°C	±0.5°C	24.0°C

*J. Young*  
Prüfer / Inspector /  
Responsable / Verificador

**testo**

**Kalibrier-Protokoll**  
Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage  
Protocollo di collaudo • Informe de calibración

Wir bestätigen, dass dieses Testo-Produkt unter Beachtung eines zertifizierten Qualitätssicherungssystems nach **DIN EN ISO 9001:2008** hergestellt wurde.  
Die dafür verwendeten Messeinrichtungen werden regelmäßig kalibriert und sind rückführbar auf die nationalen Normale der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) Deutschlands oder auf andere nationale Normale. Wo keine nationalen Normale existieren, entspricht das Messverfahren den derzeit gültigen technischen Regeln und Normen. Dieses Kalibrierprotokoll belegt die Einhaltung der von uns angegebenen Toleranzen.  
Sehr gerne informieren wir Sie über **Kalibrier-Zertifikate**, die die Toleranzen des gesamten Messsystems (Messgerät und Referenz) beinhalten.  
Dieses Zertifikat benötigt Sie, wenn das Maßsystem in qualitätsrelevanten Prozessen innerhalb eines nach **DIN EN ISO 9001:2008** zertifizierten Unternehmens eingesetzt wird.  
Unsere Kalibrierlabor für Temperatur, Druck, Feuchte, Strömung und elektrische Messgrößen sind vom Deutschen Kalibrierdienst (DKD), akkreditierte Kalibrierlabor, DKD-Kalibrierzeichen werden für Messungen geteilt, bei denen die Genauigkeit eine entscheidende Rolle spielt.

We confirm that this Testo product was calibrated under the observation of a **DIN EN ISO 9001:2008** certified quality assurance system.  
The measuring installations used for this calibration are calibrated regularly and can be traced back to the national standards of the German Federal Physical and Technical Institute (PTB), or to other national standards. Should no national standards exist, the measuring procedure corresponds with the currently valid technical regulations and standards.  
This calibration protocol is proof of adherence to the tolerances as confirmed by us.  
We would be delighted to inform you about **certificates of conformity** which cover the tolerances for the **complete measuring system** (measuring instrument and probe).  
The certificate is required only if the measuring system is to be used in processes relevant to quality in a company certified to **DIN EN ISO 9001:2008**.  
Our calibration laboratories for temperature, pressure, humidity, velocity and electrical parameters are calibration laboratories accredited by the German Calibration Service (DKD).  
DKD calibration certificates are required for measurements where accuracy plays a decisive role.

Nous confirmons par le présent que ce produit testo a été étalonné sous la surveillance d'un système d'assurance qualité selon la norme **DIN EN ISO 9001:2008**.  
Les installations de mesure utilisées pour cet étalonnage sont étalonnées de façon régulière et s'appuient sur les normes nationales de l'Institut Fédéral de Techniques Physiques d'Allemagne (PTB) ou sur autres normes nationales. S'il n'existe aucune norme nationale, le processus de mesure est conforme aux règles et normes techniques actuellement valables.  
Ce protocole d'étalonnage vous indique que cet appareil respecte bien les tolérances constructeurs annoncées dans nos documentations.  
Un **certificat d'étalonnage** est nécessaire pour la

vérification de la **chaîne complète** (appareil et sonde).  
N'oubliez pas à nous contacter pour de plus amples renseignements.  
Ce certificat vous sera utile si vous voulez faire certifier ou en cours de certification **DIN EN ISO 9001:2008**.  
Notre laboratoire d'étalonnage en température, pression, humidité, vitesse d'air et paramètres électriques a été accrédité par le DKD - équivalent BNM/COPRAC - Bureau de Métrologie Allemand.  
Les certificats d'étalonnage (DKD/COPRAC) sont indispensables lorsque les mesures effectuées doivent être précises.  
Il confirmeront que questo prodotto è stato collaudato seguendo il sistema di certificazione di qualità **DIN EN ISO 9001:2008**.  
Gli strumenti di misura elettronici utilizzati per la calibrazione sono a loro volta regolarmente verificati e possono essere ricondotti agli standard nazionali del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), Istituto ufficiale tedesco per la determinazione degli standard tecnici.  
Questo protocollo di collaudo documenta l'aderenza delle tolleranze da noi indicate.  
Saremo a Vostra disposizione per fornire informazioni sui **Certificati di Tracciabilità** che comprendono le tolleranze del sistema di misura completo (strumento e sonda).  
Questo documento Vi sarà utile se già avete certificato o siete in corso di certificazione **DIN EN ISO 9001:2008**.  
I nostri laboratori di taratura per temperatura, pressione, umidità, velocità dell'aria e parametri elettrici sono stati accreditati dal PTB e sono in grado di rilasciare certificati ufficiali (DKD) indispensabili quando la misura effettuata dev'essere precisa o rilevante.  
Qualche regola, riconosciuta in tutta Europa, sono equivalenti a quelle SI (Sistema Internazionale) delle procedure tecniche standard utilizzate in tutto il mondo.

Confirmamos que este producto Testo se calibró de acuerdo con el sistema de garantía de calidad **DIN EN ISO 9001:2008**.  
Las instalaciones de medición utilizadas para esta calibración se calibran con regularidad y pueden trazarse a los estándares nacionales del Instituto Federal de Técnicas Físicas (PTB), o a otros estándares nacionales. Si no existe una norma nacional, el procedimiento de medición corresponde con las regulaciones técnicas y normas válidas en la actualidad.

Esta informe de calibración es una prueba de las tolerancias que nosotros confirmamos.  
Estaremos encantados de informarnos sobre **certificados de calibración** que cubren las tolerancias para el **sistema de medición completo** (instrumento de medición y sonda).  
Nuestros laboratorios de calibración para temperatura, presión, humedad, velocidad y parámetros eléctricos son laboratorios de calibración acreditados por el Servicio de calibración alemán (DKD).  
Los certificados de calibración (DKD) son necesarios para las mediciones donde la precisión sea muy importante.

0975.0001-R/m/11.09



## **CRÉDITO DE IMÁGENES**

**01 - 06.** Fuente: Autores

## **CRÉDITO DE REDIBUJOS**

**P01, P04.** Dibujo: Autores.

## **CRÉDITO DE DIAGRAMAS**

**E01.** Fuente: Autores

**D01 - D30.** Programa Autodesk Ecotect Educational. Dibujo: Autores.

**L01 - L30.** Programa Autodesk Ecotect Educational. Dibujo: Autores.

## **CRÉDITO DE TABLAS**

**T01 - T39.** Fuente: Autores

